COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur M. F. Brioschi; par M. Hermite.

« La carrière de notre illustre Correspondant, dont la perte cause des regrets si profonds, si unanimes, a été l'une des plus remplies et des plus honorées dans la Science de notre époque. Pendant plus de quarante années, ses travaux se sont succédé sans interruption, embrassant les diverses branches de l'Analyse, la Géométrie supérieure, l'Algèbre, la théorie des équations différentielles, des fonctions elliptiques et abéliennes, la Mécanique, la Physique mathématique, et laissant partout la trace ineffaçable de son beau talent. A son début, lorsque les études mathématiques, peu cultivées en Italie, n'avaient d'organe que le journal de l'abbé Tortolini à Rome, Brioschi publie dans ce recueil des Mémoires

qui révèlent un géomètre de premier ordre. Ils ont pour objet le problème des trois corps, la variation des constantes arbitraires dans les problèmes de Mécanique, un important travail de Dirichlet sur l'Hydrodynamique, la question des intégrales communes à plusieurs problèmes de Mécanique, sur laquelle notre Confrère, M. Bertrand, avait appelé l'attention dans un de ses plus beaux Mémoires. Ces premières publications lui ont obtenu le privilège, le rare honneur de donner une puissante impulsion à la Science mathématique de son pays. Sous son influence, l'Analyse prend sa part dans le mouvement des esprits, un nouveau recueil remplace le journal de Rome : les *Annali di Matematica* secondent avec le plus grand succès cette activité et, sous la direction de notre Confrère, se placent au niveau des plus importantes publications périodiques de la France, de l'Allemagne et de l'Angleterre.

» La vie scientifique de Brioschi devient dès lors un exemple pour ses disciples, et l'estime universelle qui s'attache à son nom est un encouragement pour ceux qui suivent ses traces; il mérite que l'Italie lui attribue avec reconnaissance l'illustration qu'elle doit maintenant à ses géomètres.

» Je rappelle succinctement, parmi tant de travaux qui honoreront sa mémoire : en Géométrie supérieure, ceux qui concernent la théorie des lignes de courbures, les propriétés des surfaces dont les lignes de courbures sont planes ou sphériques, l'intégration de l'équation des lignes géodésiques, les tangentes doubles des lignes du quatrième ordre qui ont un point double; puis, dans le Calcul intégral, un travail sur les équations aux dérivées partielles du second ordre, un autre sur la distinction des maxima et des minima dans le calcul des variations, un Mémoire sur une propriété des équations aux dérivées partielles du premier ordre, qui a été traduit par Boole et inséré dans le *Traité des équations différentielles* du célèbre géomètre anglais. L'Algèbre a aussi une part considérable dans l'activité scientifique de notre Confrère; je citerai les travaux sur les déterminants gauches, l'élimination, la généralisation des propriétés de ces déterminants particuliers sur lesquels se fonde la transformation des fonctions abéliennes de premier ordre, l'interpolation, les fonctions de Sturm.

» Brioschi a été le collaborateur de Sylvester et de Cayley dans la longue élaboration de la théorie des formes à deux ou un nombre quelconque d'indéterminées qui a été l'une des œuvres mathématiques principales de notre temps. Il serait trop long d'énumérer tous ses écrits sur cette partie importante de l'Analyse, où l'on est frappé par une puissance singulière de calcul

et qui se distinguent également par la clarté et l'élégance des méthodes. Mais je ne puis omettre de rappeler cette partie si importante des recherches de notre Confrère, où l'Algèbre se joint à la Théorie des fonctions elliptiques et abéliennes, et qui conduisent à la résolution des équations du cinquième et du sixième degré. Son talent s'y montre avec éclat, il jette une complète lumière sur les propriétés cachées de l'équation de Jacobi qui détermine le multiplicateur au moyen du module dans la transformation du cinquième ordre; il donne le secret de la résolution de l'équation du cinquième degré qu'en a tirée Kronecker, et que l'illustre géomètre avait communiquée à notre Académie, sans démontrer son beau résultat.

» Pour l'équation du sixième degré, la voie suivie est tout autre. On sort du domaine des fonctions elliptiques et il est fait appel aux transcendantes plus élevées qui naissent de l'inversion des intégrales hyperelliptiques de première classe. On emploie les fonctions de deux variables analogues à la transcendante Θ de Jacobi, et parmi elles les dix expressions qui, étant des fonctions paires, ne s'évanouissent pas pour des valeurs nulles des arguments. Ce sont les quantités au moyen desquelles sont représentées les racines et qui donnent la résolution de l'équation du sixième degré, grande et belle découverte qui a été le couronnement de la carrière mathématique de Brioschi.

» Le premier géomètre de l'Italie a été Sous-Secrétaire d'État et Sénateur du royaume. Il a pris, au Sénat, une grande part dans le travail des Commissions du budget; il a été l'organisateur des chemins de fer de la péninsule; il a été délégué, par le Gouvernement italien, à la Commission internationale du Mètre, à Paris. Notre illustre Confrère appartenait à la plupart des Académies et Sociétés savantes de l'Europe et de l'Amérique, il était Président de l'Académie royale des Lincei, les plus hautes distinctions, les honneurs dont il a été comblé, les grandes situations qu'il a occupées l'ont toujours laissé simple et modeste.

» J'ai été associé aux travaux de Brioschi; nous avons souvent mis en commun nos efforts; j'ai suivi sa carrière qui a été si belle, remplie par l'étude et de grands services rendus à son pays. Nul ne ressent plus que moi la perte du grand géomètre et de l'homme d'honneur, le souvenir de son amitié, d'une étroite liaison remontant à notre jeunesse me restera à jamais comme l'un des meilleurs et des plus chers de toute ma vie. »

ASTRONOMIE. — *Méthode spéciale pour la détermination absolue des déclinaisons et de la latitude;* par M. LŒWY.

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons développé les équations permettant de déduire, à l'aide des erreurs probables δP et $\delta\Delta$ des observations, les inexactitudes $\delta\lambda$ et δn des éléments λ et n qui conduisent à la connaissance des coordonnées équatoriales absolues. Les grandeurs, de $\delta\lambda$ et de δn, dépendront des conditions géométriques dans lesquelles les expériences ont été exécutées. La précision du mode d'opération adopté sera donc inversement proportionnelle à $\delta\lambda$ et δn. En différentiant par rapport à P et Δ, λ et n, on trouve au moyen de la méthode des moindres carrés, en négligeant la différence $(p_2 - p_1)$ qui peut être assimilée à un petit terme d'ordre supérieur :

$$(10)\quad \left\{ \begin{aligned} \delta\lambda &= \varepsilon \sqrt{\frac{1 + \cos(\tau_3 + \tau_1 + i)\cos(\tau_3 - \tau_1)}{2\sin^2\frac{i}{2}\sin(\tau_3 - \tau_1)}} \\ &= \varepsilon \sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{i}{2}} + \frac{\cos\left(\tau_3 + \frac{i}{2}\right)\cos\left(\tau_1 + \frac{i}{2}\right)}{\sin^2\frac{i}{2}\,\mathrm{tang}(\tau_3 - \tau_1)\sin(\tau_3 - \tau_1)}}, \end{aligned} \right.$$

$$(11)\quad \left\{ \begin{aligned} \delta n &= \varepsilon \sqrt{\frac{1 - \cos(\tau_3 + \tau_1 + i)\cos(\tau_3 - \tau_1)}{2\sin^2\frac{i}{2}\sin(\tau_3 - \tau_1)}} \\ &= \varepsilon \sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{i}{2}} + \frac{\sin\left(\tau_3 + \frac{i}{2}\right)\sin\left(\tau_1 + \frac{i}{2}\right)}{\sin^2\frac{i}{2}\,\mathrm{tang}(\tau_3 - \tau_1)\sin(\tau_3 - \tau_1)}}. \end{aligned} \right.$$

» De l'analyse de ces deux formules on peut déduire toutes les méthodes capables de fournir, à l'aide des instruments méridiens, la détermination absolue des coordonnées équatoriales et de la latitude. Ces formules expriment les conditions géométriques dans lesquelles les observations ont été effectuées et constituent le critérium du degré d'exactitude que comporte toute solution des problèmes donnés.

» En posant, dans l'expression (10), $\tau_1 + \frac{i}{2} = 90^\circ$, il vient

$$\delta\lambda = \varepsilon \sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{1}{2}}},$$

([1]) *Comptes rendus,* 20 décembre 1897.

formule qui ne contient aucun terme en τ_3 et montre par cela même que l'exactitude de λ dépend uniquement de l'intervalle de temps i écoulé entre les deux observations de la première polaire et que les données fournies par la seconde étoile n'y jouent aucun rôle. Les deux mesures relatives à cet astre ne sont donc pas nécessaires pour faire connaître λ et ne peuvent être utiles que si l'on veut avoir en même temps n. On se trouve ainsi en présence de la première méthode antérieurement publiée [1], et qui repose sur l'observation d'une seule circompolaire dont on mesure les coordonnées aux deux époques où l'astre se trouve symétriquement placé par rapport aux cercles horaires de 6^h et de 18^h, condition exprimée par la relation $\tau_1 + \frac{i}{2} = 90^\circ$.

» Mais, comme nous l'avons fait pressentir, nous avons ici devant nous l'un des cas particuliers où la formule générale, basée sur l'égalité $\delta P = \delta\Delta = \varepsilon$, doit être modifiée. En effet, à l'aide des équations (14) données plus loin et dans lesquelles il faut poser $p_2 - p_1 = 0$, on constatera facilement que l'exactitude de λ résultera uniquement de celle relative au terme $\frac{P_3 + P_2}{2}$ et $\Delta_3 - \Delta_2$. P_3 et P_2 sont les distances polaires apparentes de l'astre et, par conséquent, des grandeurs finies affectées de plusieurs inexactitudes provenant : des lectures, des erreurs de division du cercle, des pointés effectués à l'aide du fil mobile horizontal et des corrections dues à la réfraction et aux tours de vis des microscopes; $\Delta_3 - \Delta_2$, au contraire, est une faible quantité angulaire mesurée différentiellement; elle peut donc être déterminée avec la plus grande précision et ne peut se trouver altérée que par les erreurs de pointés dues aux ondulations des images qui sont, en outre, beaucoup moins grandes que dans le premier cas. Il est difficile d'évaluer rigoureusement le rapport des éléments δP et $\delta\Delta$. Mais on peut fixer avec une très grande probabilité les limites $\sqrt{2}$ et $\sqrt{3}$ entre lesquelles il se trouve compris. Nous avons admis, ce qui est toujours plus rationnel, $\sqrt{2}$, le chiffre qui donne la plus forte valeur pour $\delta\lambda$: nous avons ainsi posé $\delta P = \sqrt{2}\,\delta\Delta$. Après cette modification, nous obtiendrons

$$(12)\qquad \delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{4}\left(1 + \frac{1}{\sin^2\frac{i}{2}}\right)}.$$

---

[1] *Comptes rendus*, 16 et 23 avril 1883.

» Au moyen de cette formule, il devient facile de calculer $\delta\lambda$ pour toutes les applications que ce procédé est susceptible de recevoir. En supposant, par exemple, les deux séries de mesures conjuguées séparées par un intervalle de quatre heures, on aura ainsi, par les observations d'une seule polaire, $\delta\lambda_1 = \varepsilon\sqrt{\frac{5}{4}}$.

» A l'Observatoire de Paris, où la nouvelle méthode est en cours d'exécution pour la détermination de la latitude, l'intervalle adopté qui sépare les deux séries de mesures conjuguées est précisément de quatre heures; et l'on ne considère une détermination de λ comme complète qu'à la condition de la faire reposer sur l'observation de huit polaires. Ce qui conduit à $\delta\lambda_3 = \varepsilon\sqrt{\frac{5}{32}} = \pm 0'', 24$.

» Si l'on admet pour l'erreur probable ε d'une observation méridienne, déduite d'un ensemble de positions relatives à une même étoile, environ $\pm 0'', 6$. Mais, dans les très belles nuits, on pourrait, sans difficulté, amoindrir notablement $\delta\lambda$, soit en augmentant l'amplitude i, soit en augmentant le nombre des polaires.

» Pour le cas de la détermination usuelle de λ par la combinaison du passage supérieur et du passage inférieur du méridien d'un même astre, il faut poser $i = 12$ heures, et l'on obtient $\delta\lambda_2 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{2}}$.

» Par la comparaison de $\delta\lambda_2$ et de $\delta\lambda_3$, on peut aisément se rendre compte de la valeur respective des deux méthodes. En effet, le nombre des soirées où le ciel est beau durant une période de quatre à six heures est bien plus considérable que celui des jours où il est permis de voir les deux passages au méridien d'un même astre. La série des déterminations de λ sera donc plus étendue dans la nouvelle méthode que dans l'ancienne. De plus, même en limitant l'amplitude de i à quatre heures et à huit le nombre des polaires, l'exactitude des résultats est bien supérieure dans la nouvelle méthode. En effet, $\delta\lambda_2$ étant égal à $\sqrt{3,2}\,\lambda_3$, la précision du résultat ainsi obtenue dans une seule soirée dépasse celle donnée par trois polaires observées, chacune au passage supérieur et au passage inférieur; et, en outre, on n'a pas à redouter les erreurs systématiques qui peuvent être provoquées dans l'ancienne méthode par la combinaison des observations de jour et de nuit.

» Considérons maintenant le parti qu'on peut tirer de l'observation combinée de deux circompolaires. Dans la pratique actuelle, il arrive rare-

ment qu'on se livre à des recherches embrassant à la fois la détermination des positions absolues des astres en Æ et D. Nous allons donc traiter séparément ces questions et entreprendre d'abord la discussion relative à l'étude des latitudes et des déclinaisons. La formule (10) révèle immédiatement que, pour atteindre la plus grande précision, il faut que $\delta\lambda$ soit un minimum. On trouvera sans difficulté que l'on parvient à ce but si l'on effectue les deux séries de mesures de chaque polaire, de manière que

$$\cos(\tau_3 + \tau_1 + i) = -1 \qquad \text{ou} \qquad \tau_3 + \tau_1 + i = 180^\circ.$$

On aura, par suite, $\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\dfrac{1}{4\sin^2\dfrac{i}{2}\cos^2\left(\dfrac{\tau_3-\tau_1}{2}\right)}}$.

» L'interprétation de cette relation indique le mode d'exécution qui doit être suivi dans le cas qui nous occupe. Après avoir effectué la rotation i, les quatre positions des deux astres doivent se trouver symétriquement placées par rapport à l'un ou à l'autre des cercles horaires de 6^h ou de 18^h. La restriction que nous avons établie, *a priori*, que $(p_2 - p_1)$ soit faible n'intervient pas ici, et il serait bien facile de satisfaire aux équations pour tout couple de polaires choisi au hasard.

» Mais, comme on le reconnaîtra plus loin, pour arriver à un procédé très pratique, il est avantageux de choisir les deux astres de telle façon que $\tau_3 - \tau_1$ soit égal à i. Cette relation, comme on le voit, aura lieu lorsque la seconde polaire, après l'intervalle de temps i, arrive à occuper la position de la première. Par cette substitution, on aura

$$\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{\sin^2 i}}.$$

» Dans ce cas, en vertu du théorème (5) établi précédemment, on obtient une détermination directe et précise de $(p_2 - p_1)$, indépendante de λ et de n; résultat important, comme on le verra plus loin. Un examen facile du mode d'opération établi montre que, pour les raisons antérieurement données, il est également plus judicieux de supposer ici $\delta P = \sqrt{2}\,\delta\Delta = \varepsilon$. On aura, en faisant la rectification nécessaire,

$$(13) \qquad \delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{2\sin^2 i}}.$$

» Nous allons maintenant élucider par un exemple le mode d'opération qui se dégage des considérations précédentes. Afin de ne pas trop prolonger la durée i de l'étude, choisissons deux polaires séparées en ascension

droite par un intervalle d'environ quatre heures et de déclinaisons peu différentes. Alors on aura, en vertu des conditions géométriques sur lesquelles est fondé le procédé actuel,

$$\tau_3 - \tau_1 = i = 60^\circ, \qquad \tau_3 + \tau_1 + i = 180^\circ,$$

et, par suite, $\tau_1 = 30^\circ$, $\tau_3 = 90^\circ$, $\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{11}{12}}$.

» Conformément à la règle, il faut donc effectuer les deux premières séries d'observations au moment où les deux polaires se trouvent respectivement aux angles horaires de 2^h et de 6^h et la seconde série des mesures conjuguées quatre heures après. La valeur de λ sera ensuite conclue à l'aide de l'équation (7). On obtiendra ainsi une exactitude très grande, caractérisée par la faible valeur de $\delta\lambda$ qui précède ; et l'on aura, en outre, la faculté, puisque la première polaire occupera, après quatre heures, la position que la seconde avait au commencement, d'obtenir $p_2 - p_1$ avec exactitude au moyen de l'équation (5). L'évaluation de cette faible quantité, qui ne semble être que d'une utilité secondaire, est cependant essentielle. En s'appuyant sur cette donnée, on arrive à rendre l'emploi de la méthode beaucoup plus facile, tout en lui conservant la plus grande exactitude.

» Pour le démontrer, combinons les équations (2) et (3). On trouve, en négligeant, pour le moment, le terme dépendant de I,

$$(14) \quad \lambda = -\frac{P_3 + P_2}{2} + \frac{\Delta_3 + \Delta_2}{2(P_3 - P_2)}(\Delta_3 - \Delta_2) + (p_2 - p_1)\frac{p_2 + p_1}{2(P_3 - P_2)} \text{ (}^1\text{)}.$$

» Nous avons omis le terme $\frac{(\Delta_3 - \Delta_2)n}{P_3 - P_2}$ qui ne peut que rarement exercer une influence appréciable, à cause de la symétrie des observations conjuguées par rapport aux cercles horaires de 6^h et de 18^h.

» Grâce à l'égalité que nous venons d'établir, nous disposons d'un second moyen de calculer λ et qui est le suivant : de l'équation (5) on tire d'abord $(p_2 - p_1)$ et l'on introduit cette donnée numérique dans la dernière relation (14). Pour $(p_2 + p_1)$, multiplié par le très faible facteur $\frac{p_2 - p_1}{2(P_3 - P_2)}$, on a la liberté de prendre une valeur approchée.

» L'examen de l'équation (14) nous conduit à une conséquence très importante.

---

(1) Ce problème a été déjà traité partiellement (*Comptes rendus*, 7 mai 1883).

» $(p_2 - p_1)$, qui est un petit angle de quelques minutes, peut être déterminé rapidement et avec le plus haut degré d'exactitude qu'il est possible d'atteindre dans l'Astronomie de précision. Après un certain nombre de mesures de cet angle, comprises dans l'ensemble des opérations que nous venons d'exposer, il devient superflu de renouveler les expériences relatives à $(p_2 - p_1)$ et il suffit de contrôler de temps à autre cette quantité, afin de pouvoir tenir compte des mouvements propres des astres, s'ils se manifestent d'une manière appréciable. A partir d'une certaine époque, il sera donc permis de regarder comme connu d'avance $(p_2 - p_1)$ et l'on pourra ainsi laisser de côté la moitié des opérations précédemment indiquées. Il ne sera donc nécessaire que d'effectuer deux séries de mesures aux époques où les deux astres se trouvent à une égale distance du cercle horaire de 6^h ou de 18^h. Ces deux époques peuvent être diverses; nous avons présumé quatre heures de différence entre les ascensions droites des deux polaires. Les deux astres pourront donc être observés presque simultanément et ils se trouveront ainsi à deux heures de distance du cercle horaire considéré. Mais il sera plus précis de laisser s'écouler un certain laps de temps entre les deux séries de mesures, deux heures par exemple. Dans ce cas, on fera la première observation à l'angle horaire τ_1 de 3^h et la seconde à l'angle horaire τ_3 de 9^h.

» Afin de rendre peu sensible l'influence de l'inclinaison I, il convient d'effectuer symétriquement les mesures relativement aux deux cercles horaires considérés, de manière à avoir deux séries de déterminations de λ : l'une se rapportant au cercle horaire de 6^h et l'autre à celui de 18^h. Nous supposerons désormais que l'on opère de la sorte.

» Le Tableau qui termine cette Note renferme les positions précises de 101 étoiles, les plus brillantes, qui avoisinent le pôle et dont les positions ont été conclues d'un ensemble d'observations modernes, faites en partie à l'Observatoire de Paris, à l'aide des instruments méridiens et, en partie à l'Observatoire de Greenwich, à l'aide de plusieurs clichés photographiques mis obligeamment à notre disposition par M. Christie, Directeur de cet établissement. On remarquera qu'il est très aisé d'y rencontrer, pour tout intervalle donné en ascension droite, un couple de belles étoiles presque de même déclinaison. Dans une prochaine et dernière Communication, j'aurai l'honneur d'exposer la méthode générale qui fournit simultanément les valeurs de tous les éléments cherchés. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les centrosomes chez les Végétaux*; par M. L. Guignard.

« On sait que les éléments figurés connus sous les noms de *sphères attractives* et de *centrosomes* ont été observés d'abord dans les cellules animales en voie de division et retrouvés plus tard dans ces mêmes cellules à l'état de repos. Avant mes recherches sur ce sujet, leur présence n'avait pas été signalée chez les Végétaux. Mais, à en juger par certains travaux récents, au lieu d'être générale, comme on pouvait le penser, elle serait limitée aux groupes inférieurs du règne végétal.

» Si, dans une question d'une étude aussi difficile, on doit s'attendre chaque jour à des aperçus nouveaux, qui sont la conséquence forcée des progrès incessants de l'investigation, je ne crois pourtant pas que l'opinion précédente soit admissible.

» En ce qui concerne les cellules animales, on s'accorde aujourd'hui pour considérer le centrosome comme la partie importante de la sphère. Ordinairement, c'est un corpuscule réfringent, parfois d'une petitesse extrême. La sphère elle-même est formée par une substance qui peut se différencier en deux zones : l'une claire vers le centre, l'autre granuleuse vers la périphérie; elle est souvent mal délimitée et d'une réfrangibilité différente de celle du protoplasme ambiant. La striation radiaire qui l'entoure, en général, part en partie du centrosome, en partie de la région centrale de la sphère et se différencie surtout à la périphérie.

» Dans les cellules animales au repos, la sphère manque fréquemment, ou bien n'est indiquée, autour du centrosome, que par une légère condensation protoplasmique. Parfois même elle se désagrège pour se reconstituer avant la division du noyau. Elle est formée par cette substance que certains auteurs ont désignée sous le nom d'*archoplasme* ou de *kinoplasme*, pour la distinguer du protoplasme nutritif ou *trophoplasme*.

» En somme, c'est le centrosome qui constitue l'élément fondamental de la sphère, puisqu'il est souvent le seul qui persiste. C'est lui aussi qui présente le plus d'affinités pour les matières colorantes; et, si parfois on n'en a pas constaté la présence dans des sphères pourtant bien différenciées, on n'est pas autorisé pour cela à conclure qu'il peut faire complètement défaut.

» On a vu, dans la cellule animale au repos, tantôt un centrosome

unique, tantôt deux centrosomes voisins, parfois même des centrosomes multiples situés côte à côte et constituant ce qu'on a appelé un *microcentre*. Dans ce dernier cas, le centrosome typique est remplacé par un groupe de corpuscules, lequel se divise d'ailleurs, comme les centrosomes ordinaires, en deux nouveaux centrosomes au début de la division nucléaire.

» Souvent les centrosomes, très petits et à peine visibles au moment de la division du noyau, augmentent de volume pendant cette dernière, se divisent en même temps que le noyau, reviennent ensuite à l'état primitif et cessent d'être reconnaissables. C'est pourquoi plusieurs auteurs ne les considèrent pas comme des organes permanents de la cellule. Mais tel n'est pas l'avis de la majorité des zoologistes, qui ont vu les centrosomes, pendant la période de repos complet, dans des cellules de nature très diverse. Leur existence paraît donc générale, chez les animaux, à toutes les phases de la vie cellulaire.

» Il n'en serait plus de même chez les Végétaux. Les observations de M. Farmer, de M. Strasburger et de ses élèves, tendent à montrer que ces éléments ne se rencontrent que chez les Thallophytes et les Muscinées inférieures ; ils n'existeraient, à aucun moment, chez les autres plantes, Cryptogames vasculaires ou Phanérogames.

» Une telle différence entre les Thallophytes et les Cormophytes d'une part, entre ces dernières et les animaux d'autre part, n'est pas sans paraître assez surprenante, si l'on considère les analogies qui nous sont offertes par la structure fondamentale de la cellule et surtout par les phénomènes de la division nucléaire dans l'immense majorité des animaux et des plantes. La question, toutefois, ne peut être tranchée par des vues théoriques.

» Chez les plantes inférieures où les observateurs précédents ont décrit les centrosomes, ceux-ci présentent des variations morphologiques analogues à celles qu'on connaît chez les animaux.

» En effet, dans les *Fucus*, les oogones en voie de développement et les œufs en voie de segmentation ont permis à M. Strasburger de voir des centrosomes entourés de stries radiaires bien différenciées. Il en est de même, d'après M. Swingle, dans les cellules végétatives du *Sphacelaria*, avec cette différence que le centrosome, au lieu d'être rond, peut avoir la forme d'un bâtonnet, d'une massue, d'une haltère, etc. Ce centrosome se divise et se conserve dans la cellule au repos; sa grosseur ne varie que dans de faibles limites. Chez ces plantes, le centrosome ne paraît pas en-

touré d'une sphère nettement différenciée; mais celle-ci a été observée par M. Farmer et M. Strasburger dans certaines Muscinées.

» Dans les Champignons (*Peziza*, *Ascobolus*, *Erysiphe*), M. Harper a trouvé, au lieu d'un centrosome ordinaire, un amas granuleux de forme discoïde, d'où partaient les stries radiaires. Le *Basidiobolus* présente, d'après M. Fairchild, des fuseaux nucléaires en forme de tonnelets, c'est-à-dire tronqués aux extrémités polaires, et composés de plusieurs faisceaux de fils; chaque faisceau se termine par un corpuscule bien distinct et très colorable. Des faisceaux analogues ont été observés chez les animaux (*Ascaris*, *Cyclops*, etc.); mais il ne s'agissait là que d'une forme transitoire, précédant la forme bipolaire normale, et celle-ci, une fois réalisée, s'est montrée pourvue de centrosomes ordinaires.

» Ces observations prouvent que la notion des centrosomes doit être comprise maintenant dans un sens plus large qu'au début de nos connaissances sur ce sujet.

» Le principal argument contre l'existence des centrosomes chez les Cormophytes est tiré du mode de formation du fuseau nucléaire. Divers observateurs ont constaté que ce fuseau, au lieu d'être d'emblée bipolaire, commence, au contraire, par présenter un nombre variables de pôles, souvent plus d'une douzaine, d'après M. Osterhont, dans les cellules mères des spores des *Equisetum*, une demi-douzaine ou moins, d'après M. Mottier, dans les cellules mères du pollen des *Lilium*, *Podophyllum*, etc. Mais, à un moment donné, ces fuseaux multipolaires deviennent toujours bipolaires, soit par fusion, soit par rétraction des filaments qui constituent les cônes multiples de la figure primitive. Pas plus au sommet de ces cônes multiples qu'aux deux extrémités du fuseau bipolaire qui en dérive, ces auteurs n'ont vu d'élément spécial présentant les caractères de centrosome.

» Quelles sont donc les forces qui changent ainsi les faisceaux multipolaires en faisceaux bipolaires? Si, avec les observateurs précédents, on n'admet l'existence ni de centrosomes, ni d'aucun élément capable d'agir comme ces derniers, on ne peut invoquer une raison mécanique. Seraient-ce les chromosomes qui orientent les fils du fuseau? Tous les faits connus tendent à montrer précisément le contraire. Il ne reste plus, si l'on croit à l'absence de tout centre cinétique, qu'à admettre, avec M. Strasburger, que les forces en jeu résident dans le kinoplasme, indépendamment de toute différenciation morphologique spéciale.

» L'opinion d'un savant aussi autorisé peut bien être en partie fondée. Toutefois, même en considérant comme inexactes toutes les observations

antérieures touchant la présence des sphères attractives ou des centrosomes chez diverses Cormophytes, on ne peut douter que les corps décrits et figurés récemment par M. Webber dans les cellules polliniques du *Zamia*, bien qu'ils servent à un moment donné à la formation des cils des anthérozoïdes de cette Cycadée, ne soient des centrosomes, et il en est de même pour le Ginkgo, étudié auparavant par M. Hirase.

» Voici maintenant un aperçu de mes nouvelles observations sur les cellules mères polliniques de diverses Phanérogames (*Nymphœa alba*, *Nuphar luteum*, *Limodorum abortivum*), étudiées après fixation avec le liquide de Flemming ou d'autres réactifs appropriés.

» Dans le *Nymphœa*, qui présente un intérêt particulier, la cellule mère adulte renferme un noyau excentrique, très rapproché de la paroi; le reste de la cellule est presque entièrement rempli d'amidon. Au début des prophases de la division, le cytoplasme offre un aspect filamenteux autour du noyau, dans lequel les chromosomes (vraisemblablement au nombre de trente-deux) sont disposés à la périphérie, accompagnés du nucléole et d'un certain nombre de fils achromatiques excessivement fins.

» Dans le voisinage du noyau, certains colorants, tels qu'un mélange de vert de méthyle, de fuchsine acide et d'orange G, permettent de distinguer un ou deux petits corps différenciés, tantôt d'apparence homogène, tantôt pourvus d'un granule central plus colorable; il est possible aussi que ces corps soient plus nombreux. A un moment donné, ils servent de points d'attache aux fils cytoplasmiques dirigés vers le noyau et formant l'ébauche du fuseau nucléaire. On voit parfois des fuseaux tripolaires ou même quadripolaires, mais la figure définitive n'a jamais que deux pôles, occupés par une petite sphère qui présente au centre soit un granule unique, soit plusieurs granules accolés, dont la teinte vert foncé, par l'action du mélange indiqué précédemment, ressemble à celle des chromosomes. Ces éléments peuvent d'ailleurs être colorés par d'autres méthodes. Comment se fait le changement des formes pluripolaires en forme bipolaire? C'est ce que je ne puis dire avec certitude pour le moment, dans le cas actuel.

» Le fuseau nucléaire, formé sur le côté de la cellule, ne tarde pas à se courber en suivant la paroi cellulaire; les deux cônes qui le constituent, et dont les bases correspondent à la plaque nucléaire, s'allongent, en général, simultanément et s'incurvent de plus en plus; de sorte que le fuseau prend la forme d'un croissant, parfois même celle d'un S tordu sur lui-

même. Cet allongement singulier paraît être sous la dépendance des corps polaires, qui occupent toujours les pointes du fuseau. Pendant qu'il se produit, tantôt ces corps sont représentés par une sphère avec un ou plusieurs corpuscules, tantôt on ne voit pas de sphère colorée autour de ceux-ci : différence qui tient apparemment à l'action variable des réactifs. En tous cas, ces corpuscules représentent certainement un centrosome. On voit d'ailleurs souvent des stries en partir et se diriger dans le cytoplasme.

» Il peut arriver que les extrémités du fuseau s'étirent en une pointe grêle, formée de quelques granules disposés en file. On pourrait croire alors qu'il n'y a pas de centrosome au pôle. Il s'agit là, à mon avis, de la dissociation d'un centrosome primitif dont les corpuscules multiples ont pris la disposition en question; les réactions colorées de ces éléments appuient cette manière de voir.

» Les centrosomes se retrouvent à toutes les phases de la division nucléaire; après la formation définitive des noyaux jumeaux, on les aperçoit encore pendant quelque temps, puis ils deviennent indistincts, ce qui ne veut pas dire qu'ils disparaissent. On les observe de même durant la seconde bipartition de la cellule mère.

» Dans le *Nuphar*, le noyau, au lieu d'être latéral, occupe le centre de la cellule, et les caractères de sa division rentrent dans le type normal. Il diffère également de celui du *Nymphæa* par le nombre de ses chromosomes, qui est de seize, et dont la forme, au stade de la plaque nucléaire, est celle des groupes quaternes bien connus surtout chez les Copépodes. Au début des prophases, on trouve aussi des fuseaux pluripolaires, dont les extrémités m'ont montré plusieurs fois un corpuscule ou même une sphère plus ou moins distincte. Aux stades ultérieurs, les centrosomes ressemblent à ceux des *Nymphæa;* mais le fuseau bipolaire, situé au centre de la cellule, reste toujours droit et régulier.

» Il est bien plus difficile de déceler les centrosomes dans le *Limodorum*. Ici, on remarque d'abord que les fuseaux pluripolaires sont très fréquents, sans qu'on puisse dire pourtant qu'ils précèdent toujours la figure bipolaire. Leurs branches sont en général plus nombreuses et plus variables d'aspect. On aperçoit souvent, à l'extrémité de plusieurs d'entre elles, un granule ou un petit amas de substance plus colorable que le reste du cytoplasme. Pendant la formation de la figure bipolaire, ce sont celles qui sont les plus proches de la place occupée plus tard par les deux pôles

définitifs, place déterminée par la forme de la cellule, qui semblent persister; les autres disparaissent. On pourrait croire, dans ce cas, à la réunion de plusieurs corpuscules, auparavant isolés, en un centrosome unique; car, après la formation du fuseau bipolaire, on voit souvent plusieurs corpuscules à chaque pôle. On ne trouve pas de sphère distincte, mais on aperçoit parfois autour du pôle une striation radiaire très délicate.

» En résumé, la formation des fuseaux pluripolaires, qu'elle soit accidentelle ou normale, ne peut être invoquée comme un argument sans réplique contre l'existence de centres dynamiques durant la division du noyau. Le cytoplasme laisse voir, à un moment donné, des corps distincts des granulations ordinaires. Il est possible que l'élaboration des figures pluripolaires soit en partie indépendante des éléments qui forment les centrosomes; il peut se faire aussi que les centrosomes n'aient pas toujours une individualité morphologique distincte. Mais il n'en est pas moins certain que les plantes supérieures peuvent être pourvues d'éléments cinétiques différenciés, dont le rôle est le même que celui des corps analogues observés chez les plantes inférieures et chez les animaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le vert phtalique. Constitution.* Note de MM. A. Haller et A. Guyot.

« Dans une de nos dernières Communications ([1]) nous avons précisé les conditions dans lesquelles se forme le vert phtalique; nous avons donné sa composition et étudié quelques-uns de ses sels. Dans une seconde Note ([2]) nous avons montré comment on peut préparer le *chlorhydrate de tétraméthyldiamidophényloxanthranol* et nous avons fait voir que ce composé diffère par ses propriétés du vert phtalique isolé par nous et aussi de celui qui a été décrit par M. Otto Fischer. Tandis que les sels du vert phtalique sont très stables, ceux de l'oxanthranol en question sont très instables et se dissocient facilement au contact de l'eau.

» Rappelons que, pour M. Fischer, la formation de ce vert serait due à la présence, dans le dichlorure de phtalyle qui a servi à l'auteur dans la préparation de son produit, d'une certaine quantité de chlorure symé-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 221.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 286.

trique, le chlorure dissymétrique donnant de la diméthylanilinephtaléine :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}COCl\\COCl\end{array}\right. + 2C^6H^5Az(CH^3)^2 = H^2O + HCl + \begin{array}{l}Cl\diagdown\;\; C \;\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ C^6H^4\diagup\;\;\; \diagdown C^6H^3Az(CH^3)^2\\ \qquad\;\;\diagdown CO\diagup\end{array}$$

$$= \begin{array}{l}HO\diagdown\;\; C \;\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ C^6H^4\diagup\;\;\; \diagdown C^6H^3Az(CH^3)^2 + 2HCl.\\ \qquad\;\;\diagdown CO\diagup\end{array}$$

» Au leucodérivé de ce vert reviendrait la formule

$$\begin{array}{l}\qquad\qquad\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ C^6H^4\diagup C \diagdown C^6H^3Az(CH^3)^2.\\ \qquad\;\diagdown\,|\,\diagup\\ \qquad\quad COH\end{array}$$

» L'expérience ayant donc démontré que telle n'est pas la constitution du vert phtalique, nous avons cherché à élucider le problème d'une autre manière et avons tenté de lui attribuer une formule qui fût en harmonie avec celle de la diphénylanthrone ([1]) qui prend naissance dans des circonstances analogues. En se bornant aux analogies, le vert deviendrait du chlorhydrate de l'hexaméthyltriamidodiphénylanthrone formé en vertu de la réaction

$$\begin{array}{l}\qquad\qquad\diagup Cl\\ \qquad\quad C - Cl\\ C^6H^4\diagup\;\;\diagdown Cl\\ \qquad\diagdown COCl\end{array} + 3C^6H^5Az(CH^3)^2 = \left[\begin{array}{l}(CH^3)^2AzH^4C^6\diagdown\; C \;\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \qquad\quad C^6H^4\diagup\;\;\;\diagdown C^6H^3Az(CH^3)^2\\ \qquad\qquad\quad\diagdown CO\diagup\end{array}\right] HCl + 3HCl.$$

» Mais cette formule de constitution, qui conduit bien à un chlorhydrate en $C^{32}H^{34}Az^3OCl$ et à un azotate en $C^{32}H^{34}Az^4O^4$, comme l'indiquent nos analyses, ne permettrait pas de prévoir l'existence d'un chloroplatinate renfermant 25,9 pour 100 de platine. D'autre part, elle ne rendait pas compte des analogies évidentes que ce colorant présente avec le vert malachite, dont il possède la plupart des propriétés.

» M. Rosenstiehl, qui a bien voulu nous faire faire des essais de teinture avec cette matière, fut frappé de cette analogie et nous a proposé la formule de constitution suivante :

$$\begin{array}{l}Cl\diagdown\; C \diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ C^6H^4\diagup\;\;\diagdown C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \qquad\diagdown CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2,\end{array}$$

ce qui fait de notre molécule un vert malachite substitué en ortho par $COC^6H^4Az(CH^3)^2$.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 102.

» Il est facile de voir que cette nouvelle formule est isomérique avec la précédente ; elle établit, en outre, une étroite parenté avec le vert malachite et notre colorant ; elle fait enfin prévoir, pour ce dernier, l'existence d'un chloroplatinate de la forme

$$\left\{ C^6H^4 \begin{matrix} Cl \searrow \\ \nearrow C = [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2H^2Cl^2 \\ \searrow CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2HCl \end{matrix} \right\}^2 3\,PtCl^4 \quad \text{ou} \quad \left\{ C^6H^4 \begin{matrix} Cl \searrow \\ \nearrow C = [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2 \\ \searrow CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{matrix} \right\}^2 3\,PtCl^6H^2,$$

c'est-à-dire renfermant bien, comme nous l'avons trouvé, 25,9 pour 100 de platine. Elle se justifie si l'on remarque que nous avons démontré que le tétrachlorure de phtalyle, possédant un schéma dissymétrique, peut être considéré comme du phénylchloroforme orthosubstitué par COCl, et si l'on se rappelle la formation du vert malachite au moyen du phénylchloroforme et de la diméthylaniline.

» Nous nous rallions donc entièrement à la manière de voir de M. Rosenstiehl et adoptons sa formule. Avec ce schéma, le leucodérivé devient

$$C^6H^4 \begin{matrix} H \searrow \\ \nearrow C = [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2 \\ \searrow CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2, \end{matrix}$$

formule qui répond précisément aux chiffres d'analyse publiés par M. O. Fischer, pour son leucodérivé.

» *Remarque*. — Les bases des matières colorantes aminées du triphénylméthane, et notre vert appartient à cette classe, renfermant n atomes d'azote sous la forme d'amine, peuvent, d'après les expériences de M. Rosenstiehl, fixer $n+1$ molécules d'acide chlorhydrique, pour donner des polychlorhydrates dont le type est le polychlorhydrate de rosaniline $Cl.C \equiv [C^6H^4AzH^2HCl]^3$.

» Mais il est bien évident qu'un semblable composé, quoique renfermant quatre atomes de chlore, ne se combinera pas à deux molécules de chlorure de platine, mais seulement à une et demie, soit trois $PtCl^4$ pour deux de polychlorhydrate, puisque ce sont les atomes d'azote pentavalents qui contribuent seuls à fixer le chlorure de platine.

» Ces considérations s'appliqueront au chloroplatinate que nous avons obtenu par précipitation du vert en milieu fortement acide, au moyen du chlorure de platine. Si donc la formule du chlorhydrate neutre est $C^{32}H^{34}Az^3OCl$, celle du polychlorhydrate sera $C^{32}H^{34}Az^3OCl + 3HCl$, et celle du chloroplatinate correspondant $[C^{32}H^{34}Az^3OCl]^2 3PtCl^6H^2$. La

concordance des chiffres trouvés à l'analyse avec les chiffres prévus par cette théorie démontre l'exactitude de cette dernière.

» *En résumé :* 1° Le vert phtalique de M. O. Fischer est identique avec la matière colorante verte qu'on obtient par condensation du tétrachlorure de phtalyle avec la diméthylaniline.

» 2° La présence, démontrée par nous comme normale, de tétrachlorure de phtalyle dans le dichlorure, explique la formation du vert phtalique dans la réaction de Fischer.

» 3° Le vert phtalique ne se rattache pas au groupe du phénolanthracène ni à celui de la diphénylanthrone, mais au groupe du triphénylméthane, et doit être considéré comme du vert malachite ou chlorhydrate de tétraméthyldiamidotriphénylcarbinol substitué en ortho, dans le noyau non amidé, par le radical $CO.C^6H^4Az(CH^3)^2$.

» Les remarques que nous avons été amenés à faire, à l'occasion du chloroplatinate du vert phtalique, s'appliquent à toutes les matières colorantes basiques du groupe du triphénylméthane; nous nous réservons l'étude des chloroplatinates analogues préparés avec ces colorants. »

M. G. Darboux fait hommage à l'Académie du Tome I de ses « Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Physique végétale, vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 50,

M. Maquenne obtient.......... 49 suffrages
M. G. André » .... 1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. G. André obtient............. 42 suffrages

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre, par l'Académie, comprendra :

En première ligne............ M. **Maquenne**,
En seconde ligne. .... M. **G. André**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Pimpard** adresse une Note relative à un « Cadran solaire, indiquant l'heure moyenne. »

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **H. Soret** adresse une Note relative à un « Nouveau pédalier ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

MM. **L. Clottes** et **A. Saut** adressent une Note relative à une « Nouvelle mesure chapelière, fondée sur le Système métrique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **P. Merlateau** adresse une Note relative à une marmite pour la cuisson des aliments.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de MM. *F. Burot* et *M.-A. Legrand*, intitulées : « Les troupes coloniales : statistique de la mortalité » et « Maladies du soldat aux pays chauds ». (Présentées par M. Brouardel.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim des Orionides des 12-14 décembre à Athènes.* Note de M. D. Eginitis, présentée par M. M. Lœwy.

« En 1896, au commencement de la soirée du 12 décembre, nous avons observé, dans la constellation d'Orion, une pluie d'étoiles filantes assez riche; les observations de cet essaim, dont le nombre des météores a monté, dans l'espace de trois heures, à 50 environ, ont été communiquées à l'Académie le 11 janvier 1897.

» Le même essaim a été observé cette année aussi à l'observatoire d'Athènes, pendant plusieurs soirées de suite. L'intensité de la lumière lunaire et le mauvais temps ne nous ont permis de voir que quelques-uns des météores, les plus brillants ; cependant on a pu en observer un nombre suffisant pour trouver le radiant. Ce nouvel essaim a donc une période annuelle et paraît assez riche et étendu. La vitesse de ces météores est rapide et leur couleur est rouge. Quelques-uns d'entre eux avaient un éclat comparable à celui de Sirius.

» Le 12 décembre, on a observé 10 météores dans l'espace de trois heures environ ; le 13 décembre, dans l'espace de quatre heures, on en a observé 11 ; le 14 décembre, pendant trois heures, on n'en a pu apercevoir que 4 ; et le 15 décembre on n'en a point vu.

» Les trajectoires des météores, tracées sur des Cartes célestes spéciales par MM. Terzakis et Hézapis, nous donnent comme radiant un cercle de 6° de rayon, et dont le centre a pour coordonnées :

$$\alpha = 82^\circ,$$
$$\delta = +5^\circ.$$

» En même temps que l'essaim des Orionides, on a observé, depuis le 11 jusqu'au 14 décembre, un petit nombre de météores appartenant à l'essaim des Gémeaux. Les trajectoires de ces dernières étoiles filantes nous donnent comme radiant un cercle de 3° de rayon, et dont le centre a pour coordonnées :

$$\alpha = 101^\circ,$$
$$\delta = +34^\circ. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des intégrales dans les systèmes orthoïques.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« Dans une Communication récente (¹), j'ai défini certains systèmes différentiels que j'ai nommés *orthoïques*, et j'ai fait observer, conformément aux résultats de mes recherches antérieures (²), que si dans un semblable système, supposé *passif*, la cote première de chaque variable indépendante est égale à 1, et les cotes premières des diverses fonctions inconnues toutes égales entre elles, les développements d'intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies sont de toute nécessité convergents.

» Ce résultat est susceptible d'être généralisé, et j'ai pu établir en toute rigueur la proposition suivante :

» *Si, dans un système orthoïque passif, la cote première de chaque variable indépendante est égale à* 1 (*les cotes premières des diverses fonctions inconnues étant quelconques*), *les intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies existent effectivement.*

» Les systèmes visés par cet énoncé comprennent, comme cas très particulier, ceux de Mme Kowalewski. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces applicables sur une surface de révolution.* Note de M. **A. Pellet**.

« *Soit* $A^2\,du^2 + B^2\,dv^2 = ds^2$ *le carré de l'élément linéaire d'une surface; supposons* A *et* B *fonctions de la courbure totale de la surface et le rapport* $\frac{B}{A} = g$ *variable. Si chacune des expressions*

$$du^2 + g^2\,dv^2, \qquad \frac{1}{g^2}\,du^2 + dv^2$$

est le carré de l'élément linéaire d'une surface à courbure constante, la surface donnée est applicable sur une surface de révolution; sinon, la surface n'est pas

(¹) Voir les *Comptes rendus* du 6 décembre 1897.
(²) *Recueil des Savants étrangers*, t. XXXII, n° 3.

applicable sur une surface de révolution, à moins que l'on ait $g = \varphi(au + bv)$, a et b étant des constantes.

» En effet, soient u' et v' les paramètres des courbes symétriques des courbes u et v par rapport à un méridien de la surface de révolution. On a, en les choisissant convenablement,

$$A^2\,du^2 + B^2\,dv^2 = A^2\,du'^2 + B^2\,dv'^2.$$

» D'où, en posant

$$g^2 = -\rho\rho_1, \qquad du = \sqrt{\frac{\rho}{R}}\,d\rho + \sqrt{\frac{\rho_1}{R_1}}\,d\rho_1, \qquad dv = \frac{d\rho}{\sqrt{\rho R}} + \frac{d\rho_1}{\sqrt{\rho_1 R_1}},$$

il viendra

$$ds^2 = A^2(\rho - \rho_1)\left(\frac{d\rho^2}{R} - \frac{d\rho_1^2}{R_1}\right)$$

(Darboux, *Théorie générale des surfaces*, IIIe Partie, p. 256). Pour que les courbes d'égale courbure totale soient parallèles, il faut que

$$R = n\rho + p\rho^2 + q\rho^3, \qquad R_1 = m\rho_1 + p\rho_1^2 + q\rho_1^3.$$

» La surface dont le carré de l'élément linéaire est $du^2 + g^2\,dv^2$ a donc une courbure totale constante. Les invariants de g^2 par rapport à cette surface ont pour valeurs

$$\Delta g^2 = ng^2 - qg^4, \qquad \Delta_2 g^2 = \frac{n - 3qg^2}{2}.$$

» Les courbes $g^2 =$ const. ont donc une courbure géodésique constante. On déduit facilement de là le théorème en question. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations fonctionnelles linéaires.* Note de M. Lémeray.

« On peut appeler *équations fonctionnelles linéaires, sans second membre*, les équations de la forme

$$f^m(x) + af^{m-1}(x) + \ldots + hfx + kx = 0,$$

où la fonction inconnue est $f(x)$, et où l'on a, par définition,

$$f^m(x) = f[f^{m-1}(x)].$$

En supposant constants les coefficients $a, \ldots, h, k$ et en posant $x = F(p)$,

on a

$$f^i(x) = F(i+p)$$

et l'équation devient

$$F(m+p) + aF(m-1+p) + \ldots + hF(p+1) + kF(p) = 0.$$

» Supposons, pour plus de simplicité, que les racines $r_1, r_2, \ldots, r_m$ de l'équation

$$r^m + ar^{m-1} + \ldots + k = 0$$

soient inégales; on aura

$$F(p) = C(p)r_1^p + \ldots + C_m(p)r_m^p,$$

$C_i(p)$ désignant une fonction périodique arbitraire de p, admettant l'unité pour période. L'élimination de p entre les équations

$$x = F(p) \qquad f(x) = F(p+1)$$

donne la fonction cherchée. En faisant des hypothèses convenables sur les fonctions C on obtient, pour la proposée, des intégrales algébriques.

» L'intégration de l'équation $f^m(x) - x = 0$, connue sous le nom de *problème de Babbage*, est un cas particulier du précédent. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un ergographe à ressort.* Note de MM. **A. Binet** et **N. Vaschide**.

« Nous venons de faire construire (1) un nouvel ergographe, que nous appelons *ergographe à ressort*, parce qu'il diffère de celui de Mosso par la substitution d'un ressort au poids que le doigt médius soulève en se fléchissant.

» L'avantage de cette substitution est triple : 1° Elle permet au sujet qui travaille à l'ergographe de *donner toute sa force*, ce qui n'a pas lieu s'il travaille avec l'ergographe à poids. En effet, supposons qu'on fasse soulever le poids de 5^{kg} par le doigt médius; il y a des sujets très vigoureux, pour lesquels ce poids est relativement léger, et ils pourraient au début de l'expérience soulever avec leur doigt un poids plus lourd; la première courbe écrite par l'ergographe ne représente donc pas tout ce qu'ils pourraient faire. 2° Lorsque l'expérience se prolonge, il arrive un moment où le sujet

(1) Chez Collin, à Paris.

devient incapable de soulever ce poids de 5^{kg}; quelque effort qu'il fasse, son doigt ne peut plus se fléchir et soulever le poids. On dit alors que le sujet est épuisé ; mais cela n'est pas exact, il n'y a pas un véritable épuisement du doigt, il y a simplement un épuisement relatif à ce poids de 5^{kg}; si l'on substituait à ce poids un autre poids, plus léger, on pourrait constater que le sujet, qu'on déclarait épuisé, peut encore exécuter avec son doigt un travail mécanique considérable. On peut éviter cette cause d'erreur avec l'ergographe à ressort. 3° Le troisième avantage de l'ergographe à ressort est de permettre au sujet d'exécuter un travail proportionnel à l'état de ses forces; en effet, c'est le sujet lui-même qui décide, en quelque sorte, quelle est la quantité de travail mécanique qu'il peut exécuter. Au contraire, avec l'ergographe à poids, on impose un même travail mécanique à des sujets de force musculaire très différente, de sorte qu'il est à peu près impossible d'obtenir avec cet ergographe une mesure de leurs forces et de faire des études comparatives.

» Notre ergographe à ressort se compose d'une bande horizontale en acier, sur laquelle sont solidement fixés un ressort en boudin et un doigtier. L'instrument entier est relié à un pied vertical cylindrique très fort, qui en assure la stabilité; il peut être fixé sur le bord d'un meuble au moyen d'un fort étau mobile, dans lequel le pied vertical glisse de haut en bas.

» Le doigtier est en métal, et articulé en deux parties : la première partie, fixée sur le bâti de l'instrument, supporte la troisième phalange du médius; la deuxième partie reçoit les deux autres phalanges; l'extrémité du doigt est protégée par un chapeau mobile sur le doigtier, pour permettre de régler la position des doigts de toute taille.

» La partie mobile du doigtier est reliée, par sa face antérieure, à une tige de traction agissant sur le dynamomètre ; celui-ci se compose d'un ressort en boudin, terminé par deux leviers verticaux presque parallèles, dont l'un est fixé au bâti de l'instrument, et dont l'autre est relié à la tige de traction du doigtier, à l'aide d'un coulant glissant sur ce levier mobile et pouvant exercer la traction en haut ou en bas du levier, afin de permettre des tractions correspondant à deux échelles différentes, et qui diffèrent entre elles, surtout par l'amplitude d'excursion du doigt; ainsi, quand le coulant est fixé à l'extrémité inférieure du levier, la course du doigt, pour opérer une traction de 10^{kg}, correspond à un déplacement de $0^{m},04$ de l'extrémité du levier. Cette disposition permet au doigt d'exécuter un véritable travail mécanique.

» Un cadran horizontal et gradué est placé en avant du dynamomètre, et fixé sur la pièce qui retient celui-ci. Les mouvements de traction agissant sur le levier mobile du dynamomètre sont indiqués sur le cadran, grâce à un dispositif spécial, par une aiguille reliée au levier; cette aiguille se termine par une plume, destinée à écrire, sur le cylindre tournant, les courbes de traction ; cette plume est articulée verticalement dans sa partie médiane, afin que l'on puisse régler facilement le contact de la plume avec la surface du cylindre enregistreur.

» En arrière du doigtier, se trouvent diverses pièces destinées à assurer l'immobilité de la main, sans la blesser. Immédiatement en arrière du doigtier, se trouve un petit coussin fixe, sur lequel repose la face dorsale de la main : il est muni d'une courroie destinée à immobiliser le poignet. Un peu plus en arrière, toujours sur le bâti horizontal de l'appareil, se trouve un collier fixateur de l'avant-bras (1). »

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité des radioconducteurs ou conductibilité électrique discontinue. — Assimilation à la conductibilité nerveuse.* Note de **M. Édouard Branly.**

« Les substances conductrices discontinues forment un groupe extrêmement étendu. Tantôt la discontinuité est nettement apparente, tantôt elle pourrait passer inaperçue. Elles se reconnaissent toutes à ce que leur résistance éprouve une diminution sous diverses influences électriques, particulièrement sous l'action des étincelles à distance. La résistance primitive reparaît par le choc et par la chaleur. Ces substances se relient aux conducteurs continus par des intermédiaires tels que les lames métalliques minces qui n'offrent qu'à un faible degré les variations de conductibilité si considérables des limailles métalliques et des agglomérés à gangue isolante. En réalité, il n'y a pas de séparation absolument tranchée entre les deux groupes de conducteurs, continus et discontinus, et le conducteur discontinu à grains contigus noyés dans un milieu isolant peut être regardé comme le type du conducteur quel qu'il soit. Dans un bloc métallique, la compression a extrêmement réduit le milieu isolant qui entoure chaque grain et les variations de conductibilité ne s'observent plus que sous l'action de la chaleur. Dans les conducteurs visiblement discontinus, la matière isolante maintient les grains conducteurs à une distance appréciable les uns des autres, et lorsque la matière isolante est en proportion suffisante, les variations de conductibilité, au lieu d'être persistantes, comme elles le sont, en général, avec les limailles métalliques, disparaissent immédiatement après avoir été provoquées par l'étincelle; enfin, pour une proportion plus grande encore de l'isolant, elles finissent par ne plus avoir lieu, même par l'application directe de violentes décharges.

» Si la plupart des substances discontinues étudiées jusqu'ici ont une origine artificielle, il ne s'ensuit pas que les phénomènes auxquels elles

(1) Travail du laboratoire de Psychologie physiologique des Hautes Études à la Sorbonne.

donnent lieu ne puissent pas rencontrer des analogues dans les phénomènes naturels. Je me propose d'en donner un exemple dans cette Communication.

» Dès les premières recherches sur le fonctionnement du système nerveux, il a paru naturel d'admettre entre la conductibilité nerveuse et la conductibilité électrique une ressemblance qui a été exprimée par le terme de *courant nerveux*. Le système nerveux passait alors pour constituer un tout dont les différentes parties étaient continues. Mais, dans ces dernières années, les recherches histologiques ont fait voir que le système nerveux est formé de neurones, éléments discontinus, sans soudures entre eux, qui ne sont en rapport que par leurs extrémités ramifiées et par contiguïté. Il en résulte que l'onde nerveuse se propage par contiguïté et qu'elle est arrêtée par un défaut de contiguïté. Si l'assimilation du système nerveux à un système de conducteurs métalliques n'est plus possible, une analogie frappante se présente entre le système nerveux et un conducteur discontinu. Un neurone se comporte comme un grain métallique d'un conducteur discontinu.

» Plusieurs raisons, déduites de la comparaison dans certains cas du fonctionnement des conducteurs discontinus et de celui des neurones, paraissent justifier cet essai d'assimilation.

» De même que le choc affaiblit et fait même disparaître la conductibilité des conducteurs discontinus, de même le traumatisme produit l'anesthésie et la paralysie hystériques, dues à une suppression de la transmission, soit sensitive, soit motrice, de l'influx nerveux et, par conséquent, à un défaut de contiguïté des terminaisons nerveuses.

» D'autre part, de même que les oscillations des décharges électriques établissent la conductibilité des substances conductrices discontinues, ne voyons-nous pas ces décharges agir de la façon la plus efficace pour guérir l'anesthésie et la paralysie hystériques, ce qui conduirait à penser qu'elles ont pour effet de déterminer dans l'un et l'autre cas la contiguïté ou une modification équivalente à la contiguïté des éléments.

» Le parallélisme entre les effets du choc et des étincelles sur les radioconducteurs et sur le système nerveux hystérique se poursuit dans la susceptibilité de réagir sous une action faible après qu'une action forte a produit un premier effet, ce que j'ai appelé la *sensibilisation par un premier effet* dans ma Note du 6 décembre dernier.

» Les décharges de haute fréquence et les oscillations électriques qui les accompagnent sont éminemment aptes à rendre conducteurs les con-

ducteurs discontinus; nous les voyons, d'autre part, d'après les observations de MM. d'Arsonval et Apostoli, exercer un effet thérapeutique manifeste sur les affections causées par le ralentissement de la nutrition. Si ces affections sont nerveuses et peuvent être attribuées à une transmission imparfaite de l'influx nerveux, on est autorisé à supposer que les oscillations électriques agissent en rétablissant entre les éléments nerveux une contiguïté qui était devenue insuffisante.

» J'ai montré autrefois que des courants continus d'une force électromotrice suffisante produisent par leur transmission dans les radioconducteurs les mêmes effets que les décharges électriques à distance ; cette action des courants continus est soumise aux mêmes lois générales que l'action des décharges électriques : persistance, disparition par le choc et par la chaleur; en outre, une première excitation par une pile d'une grande force électromotrice détermine également après le retour la susceptibilité d'excitation par une pile d'une force électromotrice notablement moindre et graduellement décroissante (sensibilisation). Les courants continus agissant également sur le système nerveux, il y aurait lieu de rechercher si leur mode d'action dans les affections où ils ont été reconnus efficaces présente les mêmes particularités que sur les radioconducteurs.

» Je n'insiste pas sur le rôle de la substance intermédiaire entre les neurones et entre les grains métalliques, ni sur le mécanisme par lequel s'établit la transmission. L'incertitude est trop grande dans le cas des neurones, aussi bien que dans le cas des conducteurs discontinus, pour que la concordance des hypothèses offre de l'intérêt.

» Ces quelques aperçus ne sont pas de nature à permettre d'affirmer autre chose qu'une analogie d'effets, mais ils sont susceptibles de guider dans le choix des modes électriques à employer dans différents cas (effluves, étincelles, etc.,) et de provoquer des interprétations dont l'Électrothérapie pourrait peut-être tirer parti. »

MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques des aciers trempés.* Note de Mme SKLODOWSKA CURIE, présentée par M. A. Potier.

« J'ai étudié les propriétés magnétiques d'aciers trempés de composition connue et dans des conditions de trempe déterminées. Les échantillons d'aciers ont été généralement mis à ma disposition sous forme de barreaux. J'ai aussi étudié quelques aciers sous forme d'anneaux réalisant des circuits magnétiques fermés.

» Les barreaux, chauffés dans un four électrique à spirale de platine,

étaient trempés à l'eau. Le courant de chauffe aimantait les barreaux, et l'on pouvait, à l'aide d'une aiguille aimantée sur pivot, suivre l'état d'aimantation du barreau dans le four. On a reconnu ainsi que, pour qu'un barreau prenne la trempe, il est nécessaire que le four ait été porté à une température supérieure à celle de la transformation magnétique, c'est-à-dire qu'il est nécessaire que l'acier soit à l'état faiblement magnétique au moment de la trempe.

» J'ai déterminé l'*intensité d'aimantation rémanente maximum au centre du barreau* et le *champ coercitif du barreau*. Le barreau ayant été aimanté à saturation le champ coercitif du barreau est le champ uniforme dans lequel il faut le placer pour que l'intensité d'aimantation devienne nulle au centre.

» Le champ coercitif du barreau diffère à peine du *champ coercitif vrai de l'acier*, c'est-à-dire du champ pour lequel l'intensité d'aimantation est nulle dans la courbe normale d'aimantation cyclique à circuit magnétique fermé.

» Les *fig.* 1 et 2 ci-dessous représentent la moitié des courbes normales d'aimantation cyclique pour les aciers étudiés sous forme d'anneaux.

» Le Tableau ci-après indique les résultats obtenus pour quelques-uns des aciers étudiés :

		C pour 100.	T.	H_c.	I_1.	I.	I_m.	Hys.
Aciers au carbone de Firminy		0,06	1000	3,4	30	625	1560	28
Aciers au carbone de Firminy		0,20	850	11,0	120	770	1590	68
Aciers au carbone de Firminy		0,49	770	23	220	835	1525	108
Aciers au carbone de Firminy		0,84	770	53	420	605	1230	170
Aciers au carbone de Firminy		1,21	770	60	460	645	1200	182
Aciers au carbone Bœbler, Styrie	doux	0,70	800	49	420	//	//	//
Aciers au carbone Bœbler, Styrie	mi-dur	0,96	800	56	420	//	//	//
Aciers au carbone Bœbler, Styrie	extra-tenace dur	0,99	800	55	410	//	//	//
Aciers au carbone Bœbler, Styrie	extra-mi-dur	1,17	800	63	460	//	//	//
Aciers au carbone d'Unieux		0,75	770	51	410	//	//	//
Aciers au carbone d'Unieux		0,83	770	56	440	//	//	//
Aciers au carbone d'Unieux		0,96	770	58	430	640	1175	165
Aciers au carbone d'Unieux		1,40	750	61	//	//	//	//
Aciers au carbone d'Unieux		1,61	750	46	//	//	//	//
Acier au cuivre de Châtillon et Commentry, Cu = 3,9 pour 100		0,87	730	66	490	//	//	//
Aciers au tungstène d'Assailly.	W = 2,7 pour 100	0,76	850	66	510	800	1240	260
Aciers au tungstène d'Assailly.	W = 2,7 pour 100	1,10	830	68	500	//	//	//
Acier au tungstène de Châtillon et Commentry, W = 2,7 pour 100		1,02	800	69	540	//	//	//
Aciers au tungstène Bœhler, Styrie.	Spécial très dur, W = 2,9 pour 100	1,10	850	74	530	//	//	//
Aciers au tungstène Bœhler, Styrie.	Boreas non trempé, W = 7,7 pour 100	1,96	//	45	350	//	//	//
Aciers au tungstène Bœhler, Styrie.	Boreas trempé, W = 7,7 pour 100	1,96	800	85	370	//	//	//
Acier d'Allevard, W = 5,5 pour 100		0,59	770	72	560	850	1240	280
Aciers au molybdène de Châtillon et Commentry.	Mo = 3,5 pour 100.	0,51	850	60	530	//	//	//
Aciers au molybdène de Châtillon et Commentry.	Mo = 4,0 pour 100.	1,24	800	85	530	//	//	//
Aciers au molybdène de Châtillon et Commentry.	Mo = 3,9 pour 100.	1,72	800	78	560	//	//	//

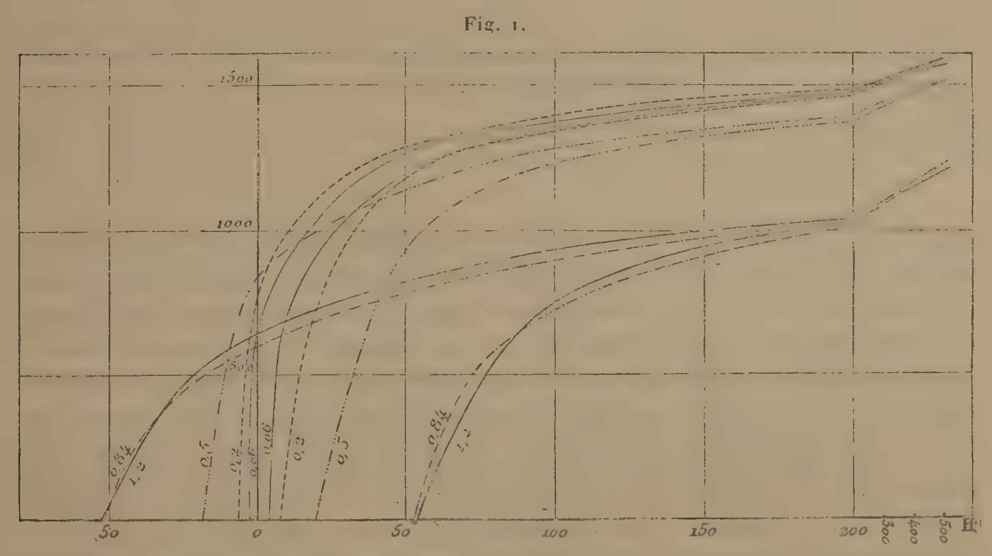
» Dans ce Tableau, après la nature des aciers, on a indiqué : la provenance de l'acier, le pourcentage de carbone (C pour 100), la température de trempe T, le champ coercitif H_c, l'intensité d'aimantation rémanente I_1 au centre des barreaux, pour barreaux de 20^{cm} de longueur et de section carrée de 1^{cm} de côté, et pour les aciers étudiés à circuit magnétique fermé : l'intensité d'aimantation rémanente I, l'intensité d'aimantation induite I_m pour un champ magnétisant de 500 unités, l'hystérèse Hys. exprimée en kiloergs par centimètre cube pour un cycle d'aimantation accompli entre les limites de champ ± 500.

» Les qualités magnétiques d'un acier au point de vue de la construction des aimants sont assez bien caractérisées par l'intensité d'aimantation rémanente à circuit magnétique fermé et par le champ coercitif.

» De la grandeur de cette dernière constante dépend la stabilité du magnétisme et aussi la possibilité d'aimanter l'acier sous forme de barreaux peu allongés.

» Le Tableau et les courbes (*fig.* 1) indiquent les résultats obtenus avec une série d'aciers au carbone seul de divers pourcentages. Le champ coer-

Fig. 1.



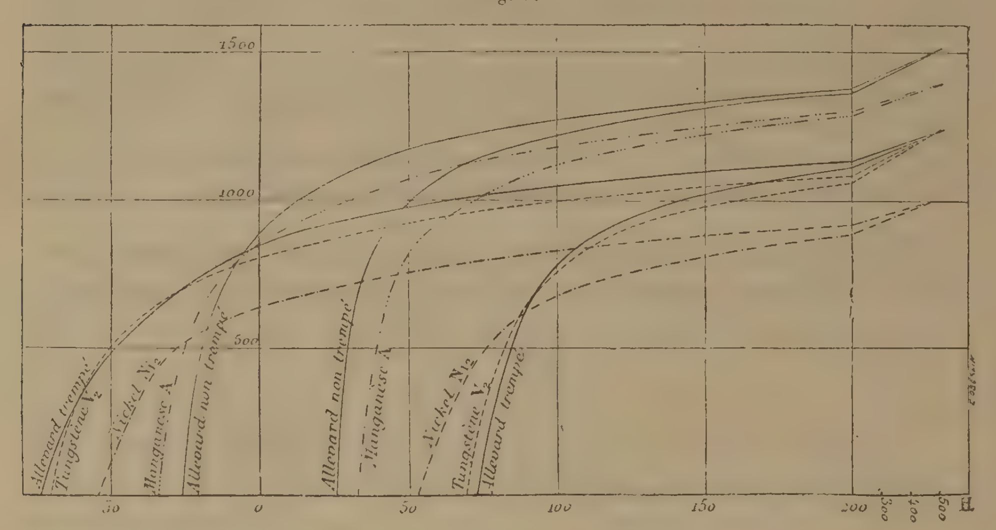
Aciers au carbone seul, le pourcentage de carbone est indiqué sur chaque courbe.

citif croît avec le pourcentage de carbone jusqu'à un pourcentage voisin de 1,2 et décroît ensuite pour des pourcentages plus élevés. L'intensité d'aimantation rémanente à circuit fermé croît d'abord avec le pourcentage de carbone, atteint un maximum pour un pourcentage de 0,5 environ et décroît ensuite pour des pourcentages plus élevés. L'intensité d'aimantation induite maximum décroît constamment quand le pourcentage de carbone augmente; enfin, l'hystérèse croît d'abord avec le pourcentage de

carbone et passerait vraisemblablement par un maximum pour un pourcentage supérieur à 1.

» L'examen des résultats obtenus avec les aciers spéciaux montre que l'introduction des divers métaux ne modifie pas beaucoup, en général, l'in-

Fig. 2.



tensité rémanente à circuit magnétique fermé ; elle diminue l'intensité induite maximum, elle augmente le champ coercitif et l'hystérèse. C'est l'augmentation du champ coercitif qui rend certains aciers spéciaux propres à faire de bons aimants permanents. La présence de petites quantités de bore, de silicium, de manganèse ne semble pas avoir une influence notable. Le nickel, le chrome, le cuivre en petite proportion (moins de 4 pour 100) améliorent les qualités magnétiques des aciers. Enfin, les aciers au tungstène et au molybdène sont les meilleurs aciers à aimants. Il est à remarquer que les métaux dont l'influence est relativement faible (nickel, chrome) font surtout sentir leur présence dans les aciers peu carbonés, tandis que les éléments plus actifs améliorent les aciers à tout pourcentage de carbone; la présence de molybdène et de tungstène donne même des qualités magnétiques remarquables à des aciers qui ont une très forte proportion de carbone (1,7 à 2 pour 100).

» Le champ coercitif peut dépasser 60 pour les aciers au carbone seul, il atteint 70 à 74 pour les aciers au tungstène, tels que l'acier d'Allevard, et 80 à 85 pour les aciers au molybdène. Les aciers employés actuellement pour la construction des aimants permanents sont des aciers au tungstène.

On voit que les aciers au molybdène pourraient également être utilisés avec avantage. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière émise par une flamme au sodium placée dans un champ magnétique.* Note de M. A. **Cotton**, présentée par M. J. Violle.

« I. J'ai montré précédemment ([1]) que le changement de période vibratoire de la lumière du sodium, découvert par Zeeman, peut être mis facilement en évidence sans appareil dispersif, en étudiant l'absorption de la lumière par la couche extérieure entourant une flamme au sodium, absorption qui disparaît lorsque le changement de période est suffisant.

» Cette couche absorbante, où la température est plus basse et le sodium libre moins abondant, existe normalement autour de toute flamme de sodium. Elle modifie toujours l'intensité des radiations envoyées et produit, dans certaines conditions, le renversement du milieu des raies spectrales. *Je me propose de montrer aujourd'hui que la présence de cette couche absorbante joue un grand rôle dans le phénomène découvert et étudié par Égoroff et Georgiewsky* ([2]).

» Ces physiciens ont étudié, à l'aide d'un polariscope, la lumière émise normalement aux lignes de force. Ils ont observé une polarisation partielle très nette et mesurable de la lumière émise lors de l'action du champ, les vibrations (de Fresnel) perpendiculaires aux lignes de force étant prédominantes.

» D'autre part, l'étude spectroscopique de cette lumière, faite par Zeeman, Cornu, etc., a montré que chaque raie du sodium se transforme dans ces conditions en un triplet de trois raies voisines. La raie centrale, formée par des vibrations parallèles aux lignes de force du champ, occupe la place de la raie primitive : soit T_0 la période correspondante. Les deux autres raies, de périodes très voisines T_1, T_2, sont formées au contraire par des vibrations perpendiculaires au champ.

» Il résulte des expériences d'Égoroff et Georgiewsky que, dans le faisceau émis, l'intensité $I_1 + I_2$ de l'ensemble des raies latérales dépasse l'intensité I_0 de la raie centrale. On peut alors se demander si le champ magnétique ne vient pas modifier l'état vibratoire lui-même de la source, les vibrations perpendiculaires au champ devenant privilégiées.

» II. La théorie de Lorentz, qui avait suggéré à Zeeman ses expériences, ne fait rien prévoir de semblable : les intensités I_1, I_2 ne devraient différer de $\frac{I_0}{2}$ que d'une frac-

([1]) *Comptes rendus,* 29 novembre 1897.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 748 et 1242, et t. CXXV, p. 16.

tion très faible, de l'ordre du changement de période. Aussi Lorentz a étudié, dans un Mémoire récent [1], à la fois expérimental et théorique, cette question de la polarisation partielle produite par le champ magnétique. Il a fait la remarque, très importante, que l'intensité observée dépend non seulement de l'émission des radiations en un point de la source, mais encore de l'*absorption* que les rayons éprouvent en traversant les couches successives de la flamme. Lorsque le champ magnétique est excité, cette absorption diminuerait pour les vibrations perpendiculaires au champ qui éprouvent un changement de période.

» Mais il reste dans cette explication un point obscur. Les modifications que l'on observe, dans les expériences de Zeeman, sur les raies d'émission s'observent aussi sur les raies d'absorption (et il est même souvent avantageux de faire ces expériences en utilisant ces raies renversées). On ne s'expliquerait donc pas la polarisation observée, puisque l'émission et l'absorption seraient modifiées de la même manière. C'est pourquoi Lorentz, qui considère dans ses calculs une flamme homogène dans un champ uniforme, a dû, pour compléter sa théorie, recourir à des hypothèses supplémentaires.

» III. Je crois qu'on peut expliquer le phénomène d'Égoroff et Georgiewsky en remarquant que jamais les différentes parties de la flamme ne sont identiques, et que l'effet Zeeman ne s'y produit pas partout avec la même intensité. Cela peut tenir soit au défaut d'uniformité du champ, soit encore à la structure de la flamme elle-même.

» Le défaut d'uniformité du champ intervient certainement dans nombre de cas, et l'on peut même, en l'accentuant beaucoup, augmenter considérablement la polarisation observée. (C'est le cas d'une expérience de Lorentz, où il utilise deux flammes dont l'une est dans le champ, et l'autre en dehors.)

» *Mais j'ai observé que la polarisation partielle se manifeste encore lorsque la source est placée tout entière dans un champ magnétique uniforme.*

» Je citerai, par exemple, une expérience où le champ était produit entre deux grandes armatures planes de 16^{cm} de diamètre, distantes de 1^{cm} environ. Une petite étincelle jaillissait, parallèlement aux lignes de force, entre une pointe et une plaque de sodium, au milieu du champ magnétique *uniforme* ainsi produit. Malgré la valeur restreinte de ce champ (certainement inférieure à 1000 C. G. S.), la lumière émise est encore polarisée.

» Il existe en effet dans la source diverses couches différant par la valeur de la température et la richesse en sodium. Ces deux causes (surtout la première) doivent faire varier, d'un point à l'autre, l'intensité de

---

[1] Lorentz, *Kon. Akademie van Wetenschaffen* (Amsterdam), p. 193-209; septembre 1897.

l'effet Zeeman. En particulier *l'enveloppe extérieure de la flamme et les parties centrales sont affectées différemment :* je l'ai constaté par l'expérience suivante :

» Une petite flamme de Bunsen, où l'on introduit *un peu* d'un sel de sodium, est contenue tout entière entre les armatures d'un électro-aimant pouvant donner un champ uniforme (intensité environ 6000 C. G. S.). On regarde cette flamme se projetant sur le champ éclairé obtenu à l'aide d'un petit miroir concave placé derrière. Pour cela on superpose à la flamme son image un peu agrandie, les parties correspondantes de la flamme et de l'image étant voisines au point observé. On voit les bords de la flamme apparaître en sombre, la couche absorbante traversée y étant plus épaisse. Lorsque le champ est excité, les bords s'éclaircissent notablement, et en outre toute la flamme devient plus brillante. Ces phénomènes deviennent plus nets lorsqu'on observe à travers un nicol ne laissant passer que des vibrations normales au champ.

» Donc la gaine extérieure et la partie centrale de la flamme, *placées dans le même champ,* se comportent différemment. Le changement de période n'est pas le même dans les parties de la flamme qui envoient le plus de lumière, et à la périphérie où cette lumière est absorbée [1]. Par conséquent les vibrations perpendiculaires au champ, qui subissent seules ce changement de période, doivent être moins absorbées lorsque le champ existe, ce qui explique les résultats d'Égoroff et Georgiewsky.

» IV. L'explication de Lorentz, ainsi complétée, ne rattache pas seulement ces expériences à celles de Zeeman; elle éclaircit d'autres faits expérimentaux :

» 1. Ainsi que Lorentz l'a fait remarquer, on peut s'expliquer que *la polarisation partielle* n'ait été observée par Égoroff et Georgiewsky qu'avec la lumière des raies spectrales *spontanément renversables.*

» 2. On comprend de même que les expériences d'Égoroff et Georgiewsky ne réussissent que si l'on emploie une source aussi monochromatique que possible. Toute polarisation disparaît avec une source très chargée en sodium [2].

» 3. On s'explique encore le fait signalé indépendamment par Égoroff et Georgiewsky, et par Michelson [3], et que j'ai constaté moi-même (dans

---

[1] Ce changement existe encore pour la couche extérieure elle-même (expérience III, décrite dans la Note précédente; cette expérience nécessite un champ plus intense que les expériences II où le champ était d'environ 6000 C.G.S.).

[2] Cf. Lorentz, *loc. cit.*, p. 201.

[3] Michelson, *Phil. Mag.*, p. 115 (en note); juillet 1897.

des observations faites parallèlement ou perpendiculairement au champ), que l'intensité lumineuse d'une flamme au sodium augmente par l'action du champ magnétique.

» 4. Enfin je montrerai, dans un travail plus étendu, comment les modifications plus compliquées des raies du sodium, observées, dans certaines conditions, par Lodge et Davies, se rattachent d'une manière simple aux faits précédents ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation des alliages de glucinium. Alliages de glucinium et de cuivre.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons antérieurement fait connaître ([2]) quelques propriétés nouvelles de la glucine et étudié l'action des réducteurs sur cet oxyde.

» Le carbone nous a fourni, en particulier, un carbure défini dont nous avons décrit la préparation et les propriétés ([3]). La température nécessaire pour obtenir la réduction de la glucine étant très élevée, il nous a été jusqu'ici impossible d'obtenir le métal, soit en soumettant à l'action de l'arc électrique un mélange de charbon et de glucine en excès, soit en chauffant le carbure de glucinium avec de l'oxyde. L'insuccès de ces tentatives peut être attribué à la carburation facile du glucinium à la température élevée du four électrique et peut-être aussi à sa volatilisation.

» Nous avons cependant réussi à préparer des alliages de ce métal en opérant la réduction de l'oxyde de glucinium, en présence d'un autre oxyde ou d'un métal. Ce procédé nous a permis de faire plusieurs alliages dont nous donnerons la préparation et quelques propriétés, nous réservant de revenir, dans une prochaine Communication, sur leurs propriétés physiques et mécaniques.

» *Alliages de glucinium et de cuivre.* — Lorsque l'on chauffe un mélange d'oxyde de cuivre, d'oxyde de glucinium et de charbon au four électrique, on obtient un lingot bien fondu, constitué par un alliage des deux métaux.

» Pour obtenir un bon résultat il est nécessaire d'opérer avec un mélange bien

---

([1]) Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

([2]) *Sur quelques propriétés de la glucine pure* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 818).

([3]) *Sur un carbure de glucinium* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 496).

intime. A cet effet, nous avons calciné le mélange des azotates provenant de la dissolution de quantités déterminées des oxydes.

» Nous avons employé les deux mélanges suivants :

	1.	2.
Glucine...........	25^gr	25^gr
Oxyde de cuivre....	50	190
Charbon...........	10	25

» Ces mélanges ont été chauffés dans le four électrique à creuset de M. Moissan, pendant cinq minutes avec un courant de 900 ampères sous 45 volts.

» Dans le premier cas, nous avons obtenu un culot métallique de 45^gr et de 142^gr dans le second. Ces rendements ont été à peu près constants dans d'autres essais similaires. L'aspect des alliages obtenus ne diffère pas sensiblement. Ils peuvent être brisés sous le marteau, ils présentent alors une cassure d'un rouge rosé rappelant la cassure d'un cuivre aigre. Cette coloration n'est pas la véritable coloration de l'alliage; on reconnaît, à l'examen microscopique, que le produit n'est pas homogène. On en sépare, par l'action de la chaleur, un alliage fusible jaune pâle, quelquefois presque blanc, très pur et dont la teneur en glucinium n'a pas été constante dans tous nos essais; il reste un véritable feutrage de cristaux d'un oxyde double de cuivre et de glucinium, de couleur rouge, dont on ne peut éviter la présence qu'en opérant avec un excès de charbon et en chauffant plus longtemps. Nous ne pensons pas qu'il y ait avantage à cela, car on carbure ainsi une notable quantité de glucinium et l'on volatilise la majeure partie du cuivre. Il est plus facile d'opérer la séparation de l'alliage cuivre-glucinium pur par une deuxième fusion qui peut être faite au four Perrot. En effet, en maintenant un des lingots à la température du four Perrot, on voit se produire un suintage de l'alliage et formation d'un culot qui se réunit dans le fond du creuset. Nous avons produit ainsi des alliages renfermant de 5 à 10 pour 100 de glucinium.

» Les alliages ayant une teneur voisine de 10 pour 100 sont jaune pâle, presque blancs.

» Les alliages à 5 pour 100 sont plus jaunes, ils se liment et se polissent facilement. On peut les marteler à chaud et à froid. Ils ne s'oxydent pas à l'air mais se ternissent légèrement sous l'action de l'hydrogène sulfuré. L'acide azotique les dissout très facilement.

» L'échantillon que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Glucinium...........................	4,95
Cuivre..............................	94,90
	99,85

» Il est facile, en partant de ces alliages, d'obtenir des alliages moins riches en glucinium; pour cela, il suffit de les fondre avec une quantité

déterminée de métal, on obtient un liquide qui se coule facilement et dont la teneur peut être prévue.

» A la dose de 0,5 pour 100, le glucinium change déjà notablement l'aspect du cuivre et lui donne une grande sonorité.

» Nous avons notamment préparé un alliage renfermant 1,32 pour 100 de glucinium. Cet alliage d'un jaune d'or est très sonore. Il se lime facilement et peut être forgé.

» Nous avons pu préparer, en suivant une marche identique, les alliages du glucinium avec les métaux usuels et avec un certain nombre de métaux réfractaires tels que le chrome, le molybdène, le tungstène, etc., dont nous poursuivons l'étude [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les impuretés de l'aluminium et de ses alliages.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« Depuis quelques années, on s'est beaucoup occupé des impuretés de l'aluminium, celles-ci modifiant quelquefois profondément les propriétés de ce métal. M. Moissan [2] a montré quel rôle important jouaient l'azote, le carbone et surtout le sodium; ces corps ne se rencontrent plus que rarement dans l'aluminium industriel, mais on y trouve encore du silicium, du fer et du cuivre; il nous a paru intéressant de rechercher sous quelle forme se trouvaient ces divers éléments.

» Pour cela, nous avons choisi de l'aluminium préparé par électrolyse et aussi pur que possible et un alliage de ce métal à 3 pour 100 de cuivre; nous avons traité ces échantillons par les acides faibles (acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ ou au $\frac{1}{5}$, eau régale de même concentration) et nous avons examiné les résidus.

» *Aluminium.* — Nous avons pris 400^{gr} d'aluminium que nous avons attaqué par de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{5}$ (200^{cc} d'acide pour 1^{lit} d'eau) d'abord à froid, puis au bain-marie, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus aucune attaque; on obtient, dans ces conditions, un résidu de couleur marron, et 11^{lit} d'acide étendu sont nécessaires; on place le tout dans un grand flacon, on laisse déposer et on lave par décantation; les premiers lavages s'effectuent facilement, mais bientôt le précipité ne se dépose que

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

(2) H. Moissan, *Impuretés de l'aluminium industriel* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 12).

très lentement; on décante une dernière fois après avoir constaté que les eaux ne dissolvent plus rien, on filtre à la trompe et l'on sèche à 110°.

» *Examen de la liqueur.* — La liqueur examinée qualitativement contient, outre de l'aluminium, du fer à l'état de chlorure ferreux, et de la silice : cette dernière a été dosée, et l'on a trouvé en silice 0,06 pour 100 du métal employé, correspondant à 0,028 pour 100 de silicium.

» *Partie insoluble.* — C'est une poudre brun chocolat paraissant homogène sous le microscope. La chaleur jusqu'au rouge sombre ne l'altère pas, mais à partir de cette température elle devient grisâtre: elle s'oxyde fortement. Elle est insoluble dans l'eau et dans les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique; elle est attaquée par l'acide fluorhydrique, le mélange nitrofluorhydrique la dissout très rapidement en laissant un léger résidu contenant du fer, de l'aluminium et des traces de cuivre. M. Vigouroux a montré ([1]) que ces propriétés étaient celles d'un silicium impur.

» *Analyse.* — Nous avons employé la méthode indiquée par M. Vigouroux : la substance est attaquée par un mélange d'azotate et de carbonate de potassium (6 pour 100 de carbonate pour 4 pour 100 d'azotate) et l'on continue comme pour un silicate; on obtient la silice totale, le fer, l'aluminium, le cuivre; une attaque au chlore avec les précautions indiquées donne la silice préexistant dans la substance primitive; la différence des deux nous donne celle provenant du silicium.

» Nous avons trouvé ainsi :

	Pour 100.	
Perte à 250° dans le vide.	9,26	9,41
SiO^2	17,14	17,63
Si	66,29	66,50
Fe^2O^3	1,69	1,42
Al^2O^3	5,38	4,91
Cu	traces	traces.

» *Alliage d'aluminium et de cuivre.* — Celui dont nous nous sommes occupé contient 3 pour 100 de cuivre.

» I. *Action de l'eau régale.* — Nous avons dissous 200gr d'alliage dans de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$; l'attaque, qui commence à froid, est terminée au bain-marie. On place le tout dans un ballon de 10lit, et l'on ajoute 500cc d'acide azotique; le précipité abondant, insoluble dans l'acide chlorhydrique seul, se dissout en partie pour donner un résidu brun chocolat, la solution se colore fortement en bleu; après quelques minutes d'ébullition, on laisse déposer et l'on décante; la partie insoluble est lavée par décantation et, après plusieurs lavages et quand les eaux ne dissolvent plus rien, on filtre à la trompe; cette filtration est très difficile et l'on est obligé de perdre un peu de matière. (On peut éviter cet inconvénient en ajoutant aux eaux de lavage du chlorhydrate d'ammoniaque.)

» *Partie liquide.* — La liqueur est analysée qualitativement : on y trouve de l'aluminium, du cuivre, du fer et de la silice; celle-ci dans la proportion de : en silice, 0,21 pour 100 du métal employé, ce qui correspond à 0,08 pour 100 de silicium.

([1]) VIGOUROUX, *Thèse de doctorat*, n° 881, p. 8 et suivantes.

» *Résidu.* — Le résidu, séparé, comme nous l'avons indiqué, est séché à l'étuve à 110°; c'est une poudre marron chocolat, un peu plus foncée que celle provenant du métal; comme elle, elle ne perd toute son eau d'hydratation qne vers le rouge sombre sans être altérée; vers 500° à 600°, elle devient gris noirâtre, elle s'oxyde; elle est insoluble dans les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique; partiellement soluble dans l'acide fluorhydrique; elle est complètement attaquée par le mélange nitrofluorhydrique, sauf un léger résidu.

» *Analyse.* — Effectuée comme précédemment, l'analyse a donné les résultats suivants :

	Pour 100.	
Perte à 250° dans le vide..	8,35	8,03
SiO^2	18,27	19
Si	66,01	64,65
Fe^2O^3	2,08	3,04
Al^2O^3	traces	traces
CuO	5,20	5,42

» II. *Action de l'acide chlorhydrique.* — Quand on traite l'aluminium à 3 pour 100 de cuivre par l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ on obtient un résidu abondant d'une belle couleur rouge brun; nous avons attaqué 200gr de cet alliage et le résidu, séparé du liquide, a été lavé par décantation, avec de l'eau bouillie puis refroidie à l'abri de l'air; quand les lavages sont terminés, on filtre à la trompe et l'on sèche à 110°; ces lavages sont très difficiles : une partie de ce résidu s'altère et reste en suspension dans les eaux de lavage.

» *Partie liquide.* — La liqueur est incolore, mais, au bout de quelque temps, au contact de l'air, elle devient bleu clair; l'analyse qualitative révèle la présence du cuivre au minimum, de l'aluminium, du fer et de la silice; celle-ci dans la proportion en SiO^2 de 0,045 pour 100 de métal employé, ce qui correspond à 0,021 pour 100 de silicium.

» *Partie insoluble.* — C'est une poudre rouge brun qui, examinée au microscope, n'est pas très homogène; soumise à l'action de la chaleur bien avant le rouge, elle brûle comme de l'amadou puis devient noire en s'oxydant.

» *Analyse.* — Pour l'analyser on la dissout dans l'eau régale; la partie insoluble est calcinée puis fondue avec du carbonate de sodium; on reprend par l'eau, on acidule, on réunit les deux liqueurs; on insolubilise la silice; on la dose, ainsi que le cuivre, le fer et l'aluminium.

» Nous avons trouvé :

	Pour 100.	
Cu total	85,78	80,05
SiO^2	3,50	3,43
Fe^2O^3	0,58	0,65
Al^2O^3	0,85	pas dosable

» *Conclusions*. — Le résidu obtenu en dissolvant l'aluminium dans l'acide chlorhydrique possède les propriétés du silicium impur.

» Celui obtenu par l'action de l'eau régale étendue sur l'alliage à 3 pour 100 de cuivre est de même un silicium très impur.

» Celui que l'on obtient par l'action de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ sur le même alliage est un mélange complexe, peu homogène, de cuivre, de silicium, de fer et d'aluminium.

» Les liqueurs contiennent de la silice provenant probablement de la décomposition des siliciures de fer, de cuivre et peut-être d'aluminium qui accompagnent, en petites quantités, le métal.

» En résumé tous ces résidus sont des mélanges complexes, leur oxydabilité est très grande; certains fixent l'oxygène de l'air sur le filtre même à la température ordinaire; de plus, dans l'attaque de l'aluminium ou de ses alliages, ces impuretés du métal se divisent inégalement entre le précipité et la partie liquide : on ne peut donc songer à utiliser comme procédé de dosage cette attaque de l'aluminium par les acides étendus (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un carbonate double de soude et de protoxyde de chrome*. Note de M. G. **Baugé**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note précédente (2) nous avons indiqué la préparation et les propriétés d'une combinaison cristalline de carbonate chromeux et de carbonate d'ammonium. Nous décrirons aujourd'hui le composé résultant de l'union du carbonate chromeux et du carbonate de sodium.

» *Préparation*. — Lorsque, sur de l'acétate chromeux bien lavé et encore humide, on fait agir une solution de carbonate de sodium dans l'eau bouillie, on observe que l'acétate entre immédiatement en solution, et qu'il ne tarde pas à se précipiter un corps rouge et brun.

» On opère cette précipitation dans un courant d'acide carbonique bien privé d'oxygène (3).

» L'appareil dont nous nous sommes servi consiste en un flacon à tubulure latérale, maintenu renversé. Dans ce flacon, constamment traversé par un courant d'acide carbonique dépouillé d'oxygène, on fait arriver une certaine quantité d'acétate chromeux en suspension dans l'eau. Après dépôt du sel, on décante l'eau surnageante au moyen d'un tube glissant à frottement doux dans le bouchon qui ferme le goulot du

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 474.

(3) Cet acide carbonique est privé d'oxygène par son passage dans plusieurs barboteurs contenant du chlorure chromeux en solution concentrée.

flacon, puis on introduit sur l'acétate une solution tiède de carbonate de sodium préparée avec de l'eau bouillie. Par agitation, l'acétate se dissout et le sel double se dépose plus ou moins rapidement suivant la concentration de la solution sodique. La concentration qui nous a donné les meilleurs résultats est celle obtenue en dissolvant 400^{gr} de carbonate sodique à 10 molécules d'eau dans une quantité d'eau suffisante pour faire 1^{lit} de solution. Quand le sel s'est bien rassemblé, on décante l'eau-mère du carbonate double et on le lave avec de l'eau bouillie froide, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne renferment plus d'acétate de sodium. On continue alors les lavages en remplaçant l'eau bouillie par de l'alcool à 98° C. jusqu'à ce que cet alcool sorte de l'appareil au même titre. On ajoute alors sur le produit de l'alcool à 98° C., mais saturé d'acide carbonique, et l'on fait passer le tout, en agitant, dans un tube de fort diamètre plein d'acide carbonique et muni, à l'une de ses extrémités, d'un disque percé pour filtration. Ce tube est mis en communication avec une trompe à vide. Il est ainsi facile d'essorer le corps dans un courant d'acide carbonique. Quand le sel n'abandonne plus d'alcool, on débouche rapidement le tube qui le contient et l'on fait tomber le produit dans un seau de verre où arrive constamment de l'acide carbonique. Dès que le composé commence à s'effleurir, on introduit dans le seau de petits tubes fermés à une extrémité, on y fait passer le sel double, puis l'on scelle à la lampe.

» On peut aussi préparer ce corps en remplaçant le carbonate neutre de sodium par du bicarbonate. Dans ce cas, la matière mousse beaucoup, la moitié de l'acide carbonique se dégageant au moment de la réaction. Il est donc nécessaire d'employer un appareil de plus grande dimension. Cependant la mousse peut être évitée en partie, si l'on fait arriver doucement sur le sel humide une solution tiède et saturée de bicarbonate de sodium; le liquide pénètre alors peu à peu dans la masse et le dégagement d'acide carbonique se fait alors régulièrement.

» *Propriétés*. — Le carbonate chromeux sodique forme deux hydrates, l'un renfermant 10 molécules d'eau, l'autre 1 molécule.

» Sel a 10 molécules d'eau. — Ce sel, préparé comme ci-dessus, est une poudre rouge brun. Au microscope, il se présente sous la forme de tables en losanges, tantôt isolées, tantôt groupées à la manière de feuillets d'un livre. Il est efflorescent.

» C'est un réducteur énergique. Il décompose l'eau un peu avant 100° avec dégagement d'hydrogène, en donnant un composé intéressant qui fera l'objet d'une Communication ultérieure.

» Placé dans le vide, il perd de l'eau à la température ordinaire. A 100°, il donne le sel à une molécule d'eau.

» Il est soluble dans l'eau froide. Cette solubilité, très grande au moment de sa préparation, diminue avec le temps, par suite, croyons-nous, de polymérisation.

» Si l'on essaie, en effet, de dissoudre du sel préparé depuis quelque

temps, on n'obtient qu'une liqueur colorée en blond, alors que les solutions obtenues au moment de sa préparation sont d'un brun presque noir. Ces solutions, abandonnées à elles-mêmes à l'abri de l'oxygène, ne tardent pas à se décolorer en déposant peu à peu le sel qu'elles contiennent. Le carbonate de sodium diminue aussi la solubilité de ce corps et peut même l'annihiler complètement s'il est ajouté en quantité suffisante. Il convient donc, dans la préparation de ce composé, d'employer un excès de la solution de carbonate afin d'avoir le rendement maximum. Les eaux-mères, très foncées quand on n'emploie que la quantité de sel sodique nécessaire à la réaction, deviennent, dans ce cas, tout à fait incolores, puis se colorent graduellement à mesure de l'élimination, dans les eaux de lavage, de l'excès de sel sodique, le sel double entrant alors de plus en plus en solution.

» Exposé dans l'air sec il s'effleurit rapidement, puis se transforme en sesquioxyde hydraté et carbonate de sodium.

» Dans l'air humide il s'oxyde de suite avec un notable dégagement de chaleur. Le chlore le transforme en sesquioxyde, avec dégagement d'acide carbonique. L'hydrogène et l'hydrogène sulfuré sont à froid sans action sur lui. Chauffé dans un courant de ces gaz, il se transforme, à 100°, en sel à 1 molécule d'eau.

» Enfin, les acides sulfurique et chlorhydrique étendus le dissolvent en donnant des solutions bleues.

» Sel a 1 molécule d'eau. — *Préparation.* — Le sel rouge perd 9 molécules d'eau. A froid, dans un courant de gaz inerte bien sec, l'opération est plus rapide. si l'on opère à 100°; on place, dans un tube en V, le sel à 10 molécules et l'on maintient l'appareil dans un vase contenant de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeur d'eau, on laisse refroidir dans le courant gazeux, et l'on termine la dessiccation dans le vide sur l'acide sulfurique jusqu'à poids constant.

» *Propriétés.* — Ce composé est une poudre jaune dont les propriétés sont voisines de celles du sel brun chauffé dans le vide ou dans un courant d'hydrogène et possède la propriété de changer de couleur; il devient brun, puis reprend sa couleur jaune par refroidissement. Ce phénomène se poursuit jusque vers 300° où le sel se décompose en sesquioxyde vert et carbonate de sodium.

» Chauffé à l'air, en couches minces, il s'oxyde complètement en fournissant des chromates de sodium. L'eau bouillie froide le transforme peu à peu en sel à 10 molécules d'eau. Comme le sel brun, il décompose l'eau à 100°. Assez stable en présence de l'air sec, il s'oxyde rapidement dans l'air humide avec formation de sesquioxyde bleu et mise en liberté de carbonate de sodium.

» Chauffé dans un courant de chlore, il donne du chlorure de chromyle et un résidu de sesquioxyde vert. Vers 240°, l'hydrogène sulfuré l'attaque avec formation du sulfure en poudre cristalline rouge, signalé par M. Moissan ([1]). Enfin les acides sulfurique et chlorhydrique étendus le dissolvent en donnant des solutions bleues.

» *Analyse.* — Le carbonate double, calciné dans un courant d'air sec et privé d'acide carbonique, nous a fourni de l'eau, de l'acide carbonique et du chromate de sodium.

» Le chrome a été dosé dans ce chromate à l'état de chromate mercureux.

» Dans les liqueurs filtrées, débarrassées du mercure par l'hydrogène sulfuré, nous avons déterminé le sodium à l'état de sulfate. Nous donnerons le détail de ces analyses dans le Mémoire que nous publierons aux *Annales*.

» En résumé, le carbonate chromeux forme, avec le carbonate sodique, un sel double susceptible de deux états d'hydratation auxquels l'analyse assigne les formules $CO^3CrCO^3Na^2, 10H^2O$ et $CO^3CrCO^3Na^2, H^2O$ ([2]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique du cérium.* Note de MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. Moissan.

« La réponse de M. Boudouard à la Note que nous avons présentée dernièrement à l'Académie ([3]) paraît ne reposer que sur un malentendu.

» En effet, si les écarts dans les chiffres obtenus par M. Boudouard étaient, comme il le dit, *du même ordre de grandeur* que les écarts qui existent entre nos chiffres, la question serait résolue et il serait définitivement démontré qu'il n'existe qu'un seul cérium. En réalité, il y a entre nous une divergence absolue.

» En ne considérant que les chiffres obtenus par la perte de l'eau ([4]), beaucoup plus exacts, ainsi que nous l'avons fait remarquer, que les chiffres donnés par la calcination au blanc, notre poids atomique maximum est de 92,85 et le minimum est de 92,49. Cet écart est dans la limite des erreurs expérimentales, d'où on peut conclure qu'il s'agit d'un corps unique, et non d'un mélange de plusieurs corps. Il n'y a donc pas lieu de re-

---

([1]) Henri Moissan, *Comptes rendus*, t. XC, p. 817.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 950.

([4]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, p. 689.

chercher si les fractionnements ont donné des chiffres inférieurs ou supérieurs, puisque les uns comme les autres se rapportent à une même substance.

» Il n'en est pas de même dans le cas de M. Boudouard, où les chiffres varient de 88,4 à 93,8 et où il s'agit manifestement d'un mélange de deux ou plusieurs corps, s'il n'y a pas d'erreurs dans la détermination des poids atomiques; le fractionnement d'un semblable mélange, s'il donne un résultat quelconque, ne peut donner qu'un accroissement ou un décroissement réguliers, depuis la première jusqu'à la dernière fraction.

» Nous croyons donc avoir eu raison de considérer comme *insolite* la série des chiffres 91,6; 90,1; 91; 91,6; 92,6; 90,6, représentant les fractions successives d'une même cristallisation.

» Ne connaissant pas les méthodes employées par M. Boudouard, nous n'avons pas à contester la pureté de ses produits; nous dirons seulement que, si le cérium pur doit être blanc, nous n'avons jamais pensé que tous les cériums de couleur blanche devaient être purs. Quoi qu'il en soit, nous estimons avoir donné suffisamment de preuves de l'unité du cérium; nous attendrons que M. Boudouard présente un échantillon de son nouveau corps et décrive les propriétés qui le distinguent du corps qu'on a désigné jusqu'ici sous le nom de *cérium*. C'est, à notre sens, la seule façon de démontrer la thèse que soutenait M. Schützenberger et que soutient M. Boudouard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'emploi du carbure de calcium pour la préparation de l'alcool absolu*. Note de M. **P. Yvon**, présentée par M. Moissan.

« Lorsque l'on met du carbure de calcium en poudre grossière en contact avec de l'alcool concentré (90 à 95 centièmes) ce carbure est assez vivement attaqué et il se dégage de l'acétylène aussi longtemps qu'il reste de l'eau dans l'alcool; lorsque ce dernier est devenu anhydre, le dégagement gazeux cesse.

» L'emploi du carbure de calcium permet donc de constater si un alcool est anhydre; il suffit, en effet, de placer dans un tube bien sec quelques centimètres cubes d'alcool et d'y projeter une pincée de carbure de calcium, réduit en poudre grossière; si l'alcool est absolu, on ne voit aucune bulle de gaz se dégager, et par agitation le liquide reste transparent. Si, au contraire, l'alcool examiné renferme des traces d'eau, on voit de

petites bulles gazeuses se former, et si l'on agite, le mélange se trouble et devient blanchâtre par suite de la formation d'hydrate de chaux.

» Pour préparer de l'alcool absolu, il suffit de placer dans un flacon de l'alcool à 90°, ou mieux à 95°, avec le quart de son poids de carbure de calcium réduit en poudre grossière. Le dégagement gazeux, d'abord assez vif, se ralentit bientôt. On agite alors fréquemment pendant deux à trois heures, puis on laisse en repos pendant douze heures. On s'assure alors que l'agitation ne donne plus lieu à aucun dégagement de gaz; dans le cas contraire, on prolonge encore l'agitation et le contact de l'alcool avec le carbure; au besoin, on ajoute encore une petite quantité de ce dernier, puis on transvase le mélange dans un appareil distillatoire et l'on procède à la séparation de l'alcool, en mettant à part les premières portions recueillies; elles renferment en dissolution une petite quantité d'acétylène. Il est prudent de conduire loin du foyer les premières vapeurs dégagées, qui sont constituées par un mélange d'alcool et d'acétylène. L'alcool condensé est anhydre, si l'opération a été bien faite.

» Il est préférable de recueillir tout l'alcool dans le même récipient et de l'agiter ensuite avec une petite quantité de sulfate de cuivre desséché, qui s'empare de tout l'acétylène tenu en dissolution. On procède alors à une seconde distillation sans séparer l'acétylure de cuivre qui s'est formé.

» L'alcool absolu, préparé par ce procédé, ne précipite pas par l'alcoolate de baryte : le carbure de calcium est donc un réactif aussi sensible que ce dernier et permet d'obtenir par une seule distillation, deux au plus, de l'alcool absolu, en prenant comme point de départ de l'alcool à 95° et même à 90°C. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diuréthanes aromatiques de la pipérazine.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie, dans une Note précédente, sur la réaction de la pipéridine sur les éthers carboniques des phénols, laquelle nous a permis de préparer avec la plus grande facilité des uréthanes aromatiques encore inconnues [1].

» La pipérazine, qui est une diazine avec deux AzH en *para* dans le noyau et qui doit fonctionner théoriquement comme deux molécules de pipéridine accolées, nous a donné, dans les mêmes circonstances, des uréthanes de la forme

$$\mathrm{CO}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{Az}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4}\\ \mathrm{C^2H^4}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{Az}\\ \mathrm{OR}\qquad\qquad\qquad\mathrm{RO}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{CO},$$

[1] Séance du 20 décembre 1897.

R étant un radical aromatique. Ce sont de véritables diuréthanes formées en vertu de la répétition du groupe amine dans la molécule. On connaît d'ailleurs un éther oxamique de la même forme obtenu par réaction de la pipérazine sur l'oxalate d'éthyle

$$C^2O^2 \begin{cases} \diagup Az \left\langle \begin{matrix} C^2H^4 \\ C^2H^4 \end{matrix} \right\rangle Az \diagdown \\ \diagdown O.C^2H^5 \quad C^2H^5.O \diagup \end{cases} C^2O^2;$$

mais les uréthanes et les urées de cette base sont encore inconnues.

» Nous avons préparé ainsi, par réaction sur les éthers carboniques de phénols, les diuréthanes phénylique, gaïacolique, naphtolique α et naphtolique β de la pipérazine.

» Pratiquement, ces uréthanes de la pipérazine ne se forment pas comme ceux de la pipéridine par réaction directe de la base sur les éthers carboniques aromatiques. Nous avons même constaté qu'en chauffant la pipérazine et le carbonate de gaïacol, par exemple, les deux corps entraient en fusion et formaient deux couches non miscibles, réagissant mal l'une sur l'autre.

» La réaction s'effectue au contraire très régulièrement, avec des rendements presque théoriques, en prenant l'alcool comme dissolvant intermédiaire.

» I. *Diuréthane phénylique de la pipérazine.* — On chauffe pendant vingt heures, au réfrigérant ascendant, une molécule de pipérazine avec une molécule de carbonate de phényle, au sein du double de leur poids d'alcool à 93°.

» C'est ainsi que, dans une opération, nous avons chauffé 107^{gr} de carbonate de phényle avec 43^{gr} de pipérazine au sein de 300^{gr} d'alcool à 93°.

» Par refroidissement, on a une masse cristalline peu soluble dans l'alcool froid, qu'une seule cristallisation dans l'alcool bouillant donne très pure et d'une grande blancheur. Les rendements sont presque théoriques.

» Cette diuréthane cristallise en petits cristaux prismatiques insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther et le benzène même à chaud, plus solubles dans l'alcool et le chloroforme, également solubles à chaud dans le nitrobenzène.

» Elle fond à 177°-178°.

» L'analyse élémentaire donne des chiffres concordant nettement avec la formule

$$CO \begin{cases} \diagup Az \left\langle \begin{matrix} C^2H^4 \\ C^2H^4 \end{matrix} \right\rangle Az \diagdown \\ \diagdown O.C^6H^5 \quad C^6H^5.O \diagup \end{cases} CO.$$

» L'action saponifiante de la potasse alcoolique à 150°, l'action décomposante de

l'acide sulfurique à chaud avec dégagement d'acide carbonique ne laissent aucun doute sur la nature de ce dérivé.

» II. *Diuréthanes gaïacolique et naphtolique α et β de la pipérazine.* — Ces diuréthanes se préparent exactement dans les mêmes conditions que la diuréthane phénylique, en chauffant la pipérazine, molécule à molécule, avec les éthers carboniques correspondants, au sein de l'alcool à 93°, pendant vingt heures.

» Tous ces corps ont donné, à l'analyse élémentaire, des chiffres absolument probants.

» Le dérivé gaïacolique cristallise au sein de l'alcool en tables assez volumineuses. Il a les mêmes caractères de solubilité que le dérivé phénylique. Il fond à 181° et correspond à la formule

$$\mathrm{CO}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{Az}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4}\\ \mathrm{C^2H^4}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{Az}\\ \mathrm{OC^6H^4.OCH^3}\qquad\mathrm{CH^3O.C^6H^4O}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{CO}$$

» L'action saponifiante de la potasse alcoolique à 150° et l'action décomposante de l'acide sulfurique ont été vérifiées.

» Les dérivées naphtoliques α et β se présentent sous forme de petits cristaux blancs mamelonnés plus insolubles dans l'alcool, même bouillant, que leurs congénères, insolubles dans l'eau et l'éther, mais solubles dans le chloroforme, le benzène et le nitrobenzène à chaud. Le corps α fond à 190°-191° et le corps β vers 220°. Ils correspondent à la formule

$$\mathrm{CO}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{Az}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4}\\ \mathrm{C^2H^4}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{Az}\\ \mathrm{O.C^{10}H^7}\quad\mathrm{C^{10}H^7.O}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{CO}$$

» En partant de ces uréthanes nous pensons obtenir facilement les urées de la pipérazine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'α-acétylfurfurane et sa présence dans les goudrons de bois.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« La matière première qui a servi à ces recherches est une huile légère, bouillant de 150° à 200°, provenant d'une usine d'Alsace, où l'on distille presque exclusivement du hêtre et un peu de chêne; je la dois à l'obligeance de M. Scheurer-Kestner, que je suis heureux de remercier ici.

» Cette huile est lavée à la soude à 10 pour 100 qui lui enlève une proportion importante de phénols (un peu plus du tiers de son poids), puis à l'acide chlorhydrique étendu; elle est ensuite distillée dans le vide et rectifiée dans le vide à la colonne. L'emploi du vide est nécessaire sans quoi les produits s'altèrent assez rapidement. Les deux portions principales sont 50-60 et 60-70 sous 10^{mm}; j'ai surtout étudié la seconde.

» Cette portion, traitée par l'hydroxylamine en excès, s'y combine en partie; on obtient un mélange d'oximes bouillant de 105° à 115° sous 10^mm et qu'il est facile de séparer du produit qui n'a pas réagi.

» Cette oxime, abandonnée pendant quelque temps à elle-même, a laissé déposer des cristaux qui, après une nouvelle cristallisation dans l'éther, ont fondu à 127°-128°; leur composition répond à la formule C^6H^9AzO.

» C'est là l'oxime d'une cétone, car, chauffée avec l'anhydride acétique, elle a fourni un acétate $C^6H^8AzOCOCH^3$ qui forme de très beaux cristaux en aiguilles, fondant à 73° et bouillant à 123° sous 10^mm. C'est l'oxime d'une acétone cyclique non saturée, la méthylcyclopenténone C^6H^8O qui a été déjà rencontrée dans le goudron de bois par M. Looft (*Lieb. Annalen*, T. CCLXXV, p. 336; *Bull.*, 3e série, T. XII, p. 152; *D. chem. Ges.*, T. XXVII, p. 1538; *Bull.*, 3e série, T. XII, p. 1812; *D. chem. Ges.*, T. XXVII, p. 1542; *Bull.*, 3e série, T. XII, p. 1262).

» La presque totalité de l'oxime étant restée liquide, je l'ai traitée par l'anhydride acétique qui l'a transformée en un acétate, bouillant sans décomposition aux environs de 135° sous 10^mm et qui a laissé déposer des cristaux qui, après cristallisation dans l'éther, forment de belles aiguilles fondant à 96°. Cet acétate a pour composition $C^8H^9AzO^3$; il correspond donc à une oxime $C^6H^7AzO^2$, que j'ai pu obtenir aisément en le décomposant par la potasse alcoolique. Cette oxime bout à 110°-111° sous 10^mm et cristallise entièrement par refroidissement; une cristallisation dans l'éther l'abandonne en magnifiques cristaux prismatiques, fondant à 104°, que M. Offret, professeur de Minéralogie à l'Université de Lyon, a bien voulu déterminer : ils constituent des prismes dodécagonaux réguliers et sont du signe positif.

» Cette oxime $C^6H^7AzO^2$ existe en quantité assez importante dans le mélange et dans d'autres préparations. J'ai pu, à l'aide d'un germe, provoquer directement sa cristallisation. J'ai pu ainsi me procurer une quantité suffisante de cette oxime pour pouvoir en régénérer l'acétone, en la traitant par l'acide sulfurique étendu à 25 pour 100 et bouillant. La nouvelle acétone bout à 67° sous 10^mm et cristallise entièrement après être restée pendant longtemps en surfusion; les cristaux, d'un blanc pur, fondent à 29°,5. Cette acétone qui répond, comme on pouvait le prévoir, à la formule $C^6H^6O^2$, possède une odeur qui rappelle celle de l'acétophénone, mais plus forte et moins agréable.

» Le second atome d'oxygène n'appartenant ni à un carbonyle, ni à un oxhydryle, puisque l'anhydride acétique fournit simplement l'acétate

d'oxime : $C^6H^6O = Az-O-CO-CH^3$, il semblait probable qu'elle se rattachait à la série du furfurane, d'autant plus que les dérivés du furfurane se rencontrent dans les produits de la distillation du bois et que sa composition s'accorde avec l'hypothèse d'un acétylfurfurane :

$$C^4H^3O-CO-CH^3 = C^6H^6O^2.$$

» J'ai pu démontrer, en effet, par synthèse directe, que le produit en question constitue réellement l'α-acétylfurfurane :

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \diagdown \\ \text{CH} \quad \text{C}-\text{CO}-\text{CH}^3. \\ \parallel \quad\ \parallel \\ \text{CH}-\text{CH} \end{array}$$

J'ai préparé le pyromucate d'éthyle, lequel cristallise aisément; je l'ai chauffé au bain-marie avec de l'acétate d'éthyle, en présence d'une molécule de sodium coupé en lames minces. La réaction est terminée au bout de douze heures; il suffit de reprendre la masse cristalline qui a pris naissance par l'acide chlorhydrique étendu pour isoler sans difficulté le pyromucylacétate d'éthyle, qui bout à 142°-143° sous 10^{mm} et possède l'odeur de l'éther acétylacétique. Cet éther, chauffé pendant quelques heures à l'ébullition avec l'acide sulfurique étendu à 25 pour 100, se décompose suivant le schéma

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \diagdown \\ \text{CH} \quad \text{C}-\text{CO}-\text{CH}^2-\text{CO}^2-\text{C}^2\text{H}^5 \\ \parallel \quad\ \parallel \\ \text{CH}-\text{CH} \end{array} + \text{H}^2\text{O}$$

$$= \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \diagdown \\ \text{CH} \quad \text{C}-\text{CO}-\text{CH}^3 + \text{CO}^2 + \text{C}^2\text{H}^6\text{O}. \\ \parallel \quad\ \parallel \\ \text{CH}-\text{CH} \end{array}$$

» L'α-acétylfurfurane ainsi obtenu s'est montré identique à celui extrait de l'huile de bois; c'est même lui qui a cristallisé le premier, et c'est un germe de ses cristaux qui a provoqué la cristallisation du second; il fournit également l'oxime, en cristaux rhomboédriques fondant à 104°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la façon dont se comporte à la distillation un mélange de pyridine avec les acides propionique, acétique et formique.* Note de M. G. André.

« On sait que deux liquides miscibles, à points d'ébullition différents, fournissent à la distillation une série de mélanges que des fractionnements successifs séparent finalement en espèces chimiquement définies. Il est cependant des cas où cette séparation est très difficile, sinon impossible, et dans lesquels on observe des anomalies intéressantes dans la façon dont se comportent les points d'ébullition. J'ai étudié à cet égard le cas d'un acide volatil mélangé à un corps liquide doué de propriétés basiques faibles, une base tertiaire telle que la pyridine. Il y a évidemment combinaison entre les acides propionique, acétique, formique, que j'ai examinés, et la pyridine, car, au moment de leur mélange, les deux liquides dégagent une notable quantité de chaleur. Cependant le titre acide, pris au moyen de la baryte avec le concours du tournesol ou de la phtaléine, répond presque exactement à la dose de l'acide qui entre réellement dans la combinaison à la température ordinaire, la pyridine étant sans action propre sur ces matières colorantes.

» I. *Acide propionique et pyridine.* — On a soumis à la distillation 1 molécule d'acide propionique et 1 molécule de pyridine, soit, en tout, 153gr de mélange. On a recueilli, après six tours de fractionnement, 51gr d'un liquide bouillant à 150°-151°,5 ($H = 760^{mm}$). Ce liquide, qui présentait encore des stries dans sa masse, avait sensiblement la composition suivante : $2C^3H^6O^2 + C^5H^5Az$ (trouvé : $C = 57,81$; $H = 7,45$; $Az = 6,34$; calculé : $C = 58,14$, $H = 7,49$, $Az = 6,16$). Ce serait donc un sel acide répondant au biacétate d'ammonium. Le titre acide de ce liquide, pris directement avec la baryte, a donné, calculé en acide propionique, 62,79 et 62,82 pour 100, ce qui concorde avec le résultat précédent. Le mélange possède un point d'ébullition situé 11° environ plus haut que celui de l'acide propionique et 37° plus haut que celui de la pyridine : ce qui atteste bien l'existence d'un composé acide, dissociable d'ailleurs. Cette aptitude à la dissociation se manifeste lorsqu'on distille un pareil liquide sous pression réduite. Ce liquide ne bout pas à point fixe et, si on le fractionne de degré en degré, on trouve à l'analyse des chiffres qui diffèrent assez notablement de ceux précédemment indiqués. Ainsi le liquide précédent, distillé sous une pression de 15^{mm}, commence à passer à 58°,5-59°,5; cette portion, dont le titre acide répond à 55,63 pour 100 d'acide propionique, renferme donc un excès de pyridine, un quart environ, sur la formule du sel acide. Une deuxième portion de ce liquide ayant passé à 60°-61° ($H = 15^{mm}$), plus abondante que la première, a fourni à l'analyse des chiffres voisins, plus faibles que ceux de l'analyse du produit obtenu à la pression ordinaire.

» II. *Acide acétique et pyridine.* — Le mélange de ces deux substances se conduit à la distillation comme le précédent. Quelles que soient les proportions de l'acide par rapport à celles de la pyridine, ce mélange, qui commence à bouillir vers 100° à la pression ordinaire, avec ascension lente et continue du thermomètre, finit toujours par donner une portion plus ou moins abondante qui bout presque à point fixe à 139°-140° (H = 760mm). La composition centésimale de cette portion, très sensiblement constante, répond à la formule $3C^2H^4O + 2C^5H^5Az$. Si l'on redistille un semblable liquide, il commence à bouillir vers 100° et son point d'ébullition s'élève graduellement, sans arrêt fixe, jusqu'à 139°-140°. Le thermomètre demeure à cette température jusqu'au passage des dernières gouttes. Il en résulte que la fraction 139°-140°, distillée un certain nombre de fois, diminue de poids à chaque distillation et que, vraisemblablement, à la suite d'un nombre considérable de tours de fractionnement, on arriverait à résoudre finalement le mélange en ses composants primitifs.

» En soumettant à la distillation sous pression réduite (H = 61mm) le liquide précédent, celui-ci a passé presque entièrement à 74°-74°,5 : dans ce cas, il n'a pas changé de composition; son titre acide est égal à 53,84 pour 100 d'acide acétique. Cependant j'ai obtenu aussi, par l'ébullition dans le vide, une séparation du produit initial et plusieurs autres, et cela en distillant sous une pression moindre que la précédente (H = 20mm). Ainsi un liquide qui bouillait à 139°-141° (H = 769mm,2) et dont le titre acide répondait à 54,37, s'est scindé, sous une pression de 20mm, en deux portions presque égales, l'une bouillant à 49° et dont le titre acide est égal à 52,14 pour 100; l'autre, bouillant à 50° et ayant, comme titre acide, 55,19.

» Les rapports que je donne n'ont d'ailleurs nullement la prétention de représenter des corps bien définis, ils servent seulement à fixer les idées.

» III. *Acide formique et pyridine.* — Un mélange de molécules égales d'acide formique et de pyridine, représentant 253gr, a été distillé à la pression de 760mm,1; il a fourni les chiffres suivants :

	Ébullition de		Poids obtenu.	CH^2O^2 contenu pour 100.
	°	°	gr	
1..............	100 à	120	5	2,37
2..............	120	130	28,5	3,28
3..............	130	140	34	9,11
4..............	140	145	20	21,59
5..............	145	150	48,5	34,68
6..............	150	155	98,5	55,16
7..............	155	159	16,5	56,86
			251	

» Ainsi la pyridine passe presque pure au début, bien que son point d'ébullition (114°) soit supérieur de 14° environ à celui de l'acide formique. Le produit final, le plus abondant, possède un titre acide situé entre 55 et 57 pour 100 d'acide formique.

» Dans un autre essai, un mélange de molécules égales de pyridine et d'acide formique (soit 158gr de matière), a fourni, après sept tours de distillation, 40gr d'un liquide bouillant à 148°-151° (H = 761mm) dont le titre acide répondait à 57,5 pour 100

d'acide formique. La combustion a donné les chiffres suivants : $C = 46,29$; $H = 5,26$; $Az = 7,30$; soient les rapports $5CH^2O^2 + 2C^5H^5Az$, demandant : $C = 46,39$; $H = 5,15$, $Az = 7,21$. Ce produit, soumis à l'ébullition dans le vide, bouillait en presque totalité à 74°,5 ($H = 36^{mm}$), et il a gardé exactement la composition du liquide ci-dessus.

» Je m'occuperai prochainement des mélanges de triméthylamine avec les acides formique et acétique. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux cristallisés, formés sous l'influence d'agents volatils, aux dépens des andésites de l'île de Théra (Santorin).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Lors d'un voyage à Santorin, j'ai recueilli de nombreux minéraux cristallisés dans les druses des *andésites à hypersthène* de l'île de Théra. Leur étude fait l'objet de cette Note.

» Le plus commun de ces minéraux est la *tridymite*, dont l'abondance a déjà été signalée par M. Fouqué; on la trouve surtout dans des fentes parallèles à la fluidalité de la roche ou dans des cavités cellulaires. Elle y forme généralement des enduits cristallins continus; c'est particulièrement dans la coulée qui domine le lazaret de Phira qu'on peut la recueillir en cristaux maniables, assez épais, offrant les macles caractéristiques et l'aspect extérieur des cristaux de San-Christobal au Mexique. Ils sont disposés en petit nombre sur la paroi rubéfiée de larges cavités, elles-mêmes disposées en traînées au milieu de l'andésite.

» Dans le banc de lave sur lequel est bâti le quartier de Kato-Phira et immédiatement au-dessus du gisement de plantes fossiles que j'ai antérieurement signalé, j'ai trouvé en abondance un minéral rare, le *péridot* exclusivement ferrifère, la *fayalite*, se présentant en cristaux superficiellement irisés sur un tapis de lamelles de tridymite. Ils sont très nets, aplatis suivant $p(001)$ et présentent en outre $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{2}}(021)$, $a^1(101)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $g^3(120)$; leur aspect est assez varié, suivant le développement relatif des formes a^1, $b^{\frac{1}{2}}$ et g^3. Ils rappellent les cristaux des lithophyses du Yellowstone Park, de Lipari, et ceux que j'ai observés dans une enclave du trachyte du mont Dore. Ils sont associés à de petites lamelles de biotite et à des octaèdres de magnétite.

» Il n'est pas douteux que tous ces minéraux ne soient le résultat de

l'action, sur l'andésite, de la vapeur d'eau mise en liberté par la consolidation définitive de la roche. Il est possible, du reste, de se rendre compte des différentes phases de leur formation ; mais cette étude peut être faite plus facilement à l'aide des nombreux blocs de lave similaire qui se trouvent dans le tuf ponceux supérieur de l'île. Ces blocs sont fréquemment creusés de cavités volumineuses, que tapissent des produits néogènes. Quand on examine de près ces échantillons, on voit un passage insensible s'effectuer, par l'intermédiaire d'une zone d'un violet clair, entre la lave compacte noire et le plancher des cavités d'un blanc éblouissant. L'examen microscopique fait voir que la lave normale renferme de grands cristaux de plagioclase (andésine, labrador, labrador-bytownite), d'hypersthène et d'augite, disposés dans une masse à structure fluidale, riche en cristallites ferrugineux, avec çà et là quelques microlites naissants de plagioclase et d'augite. Au voisinage des druses, les cristallites ferrugineux s'oxydent, puis disparaissent, et la pâte vitreuse se transforme presque exclusivement en tridymite.

» La disparition des produits ferrugineux est accompagnée de la formation dans la cavité des géodes, de quelques minéraux cristallisés : *magnétite*, *hématite*, *biotite blende* et surtout *hornblende*. Ce dernier minéral se présente en aiguilles d'un noir éclatant, riches en faces brillantes, dans lesquelles j'ai observé : $m(110)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$, $g^2(130)$, $a^1(\bar{1}01)$, $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{3}}(031)$, $a_3(211)$, avec fréquentes macles suivant h^1.

» Il est à noter que ni la fayalite, ni la biotite, ni la hornblende ne se rencontrent comme éléments normaux de l'andésite, dans les vacuoles de laquelle ils abondent ; leur mode de formation est comparable à celui des mêmes espèces observées dans les trachytes du mont Dore ; mais tandis que dans ceux-ci ils se sont produits presque exclusivement aux dépens des enclaves englobées dans la roche volcanique, à Santorin, au contraire, les agents volatils ayant accompagné l'émission de la roche ont agi directement sur celle-ci.

» Le gisement de Santorin diffère des gisements similaires par l'absence de feldspaths parmi les produits néogènes ; les quelques cristaux d'andésine observés au milieu de la tridymite étant à l'évidence des phénocristaux de l'andésite décapés par la corrosion de la matière vitreuse qui les ait englobés. J'ai fait remarquer plus haut que toutes ces cristallisations peuvent s'expliquer par la seule action des produits volatils emmagasinés dans le magma volcanique et mis en liberté au moment de sa consolidation.

J'ai observé un cas de production de silicates, dû aussi à des dégagements volatils, consécutifs de l'éruption qui a donné naissance aux roches correspondantes, mais postérieurs à la mise en place de celles-ci.

» Le sentier qui conduit de Merovigli aux mines de Skaro entame une épaisse couche de cendres rouges peu cohérentes; j'ai rencontré au milieu de cette couche une quantité prodigieuse de petites aiguilles d'hypersthène, recouvrant les éléments de ces cendres et si délicatement implantées sur elles que le moindre souffle permet de les en détacher. Ces cristaux d'un jaune pâle offrent une grande ressemblance avec ceux de l'hypersthène de Malnas (Transylvanie); ils sont aplatis suivant g^1 et généralement terminés par un pointement aigu; ils présentent en outre les formes m(110), h^1(100); mais quelques-uns d'entre eux appartiennent au type commun dans l'hypersthène du Capucin au mont Dore.

» Les blocs de laves anciennes englobés par cette cendre, et notamment ceux de la lave à anorthite, sont parfois colorés en vert par de l'*augite* qui s'y développe en très grande quantité et épigénise même complètement la roche; celle-ci, par le choc du marteau, se transforme alors en une poussière verte cristalline.

» Dans ces divers produits de transformation, je n'ai pas observé de tridymite; un seul bloc de lave augitisée m'a présenté dans ses fentes des cristaux de *quartz* d'un blanc laiteux.

» Il est probable que la formation de ces pyroxènes est due, comme dans l'expérience classique de Daubrée, à l'action de la vapeur d'eau sur les éléments de la lave et des scories andésitiques. La disposition des aiguilles d'hypersthène à la surface de ces dernières rappelle, d'une façon frappante, celle de la microsommite dans les cendres de l'éruption du Vésuve de 1872. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Théorie de l'instinct d'orientation des animaux.* Note de M. G. Reynaud, présentée par M. Milne-Edwards. (Extrait.)

« Nous avons été conduit, par l'observation des faits relatifs à l'orientation, à une théorie, dont nous avons trouvé la confirmation dans une série d'expériences absolument nouvelles.

» I. Quand un animal se trouve brusquement transporté hors des limites de la région qui lui est connue, la mémoire résultant de l'exercice des cinq sens ne lui est plus d'aucun secours pour se diriger. Il s'oriente pourtant et réussit généralement à regagner sa demeure. Citons, à ce sujet, quelques faits.

» Des pigeons voyageurs, pris à Évreux, ont été entraînés dans la direction Évreux-Lille. Nous les envoyons dans une direction qu'ils ne connaissent pas ; on les lâche à Vierzon et ils reviennent. Il semble inadmissible que des oiseaux, incapables de s'élever au-dessus d'une altitude de 300^{m}, par suite de la raréfaction de l'air, aient pu, de Vierzon, apercevoir un point connu de l'horizon d'Évreux. Ce n'est donc pas la vue qui les a guidés.

» Il existe à Paris, autour du Champ-de-Mars, un certain nombre de colombiers. Si la vue était le seul guide du pigeon voyageur, la Tour Eiffel représenterait, pour eux, un point de repère précieux, facile à apercevoir dans un rayon de 250^{km} autour de Paris. Or, l'expérience a démontré que les colombiers existant dans le quartier de Grenelle éprouvent aujourd'hui la même proportion de pertes qu'avant la construction de la Tour.

» Le retour des pigeons lâchés en mer, à 500^{km} des rives, prouve encore que la connaissance locale n'entre pour rien dans l'acte de l'orientation.

» Si donc on peut attribuer aux cinq sens, agissant de concert, les faits d'orientation rapprochée, l'acte d'orientation en terrain inconnu et lointain constitue une fonction distincte, commandée par un organe spécial que nous appellerons le *sixième sens*. Cet organe a son siège dans les canaux semi-circulaires de l'oreille. M. de Cyon et, après lui, M. le Dr Bonnier, ont en effet démontré que toute lésion qui l'affecte amène un trouble dans la faculté d'orientation du patient : homme ou animal.

» Demandons aux faits le mécanisme de l'orientation lointaine. Le pigeon, mis en liberté à 600^{km} de son colombier et guidé par le sixième sens, reprend le contrepied de l'itinéraire qu'il a suivi en chemin de fer. Ayant atteint de la sorte un point de la zone connue, il cesse de recourir au sixième sens et se dirige, à la vue, droit sur son toit. D'autres fois, le pigeon, guidé par le sixième sens, suit jusqu'à son colombier le contrepied du chemin par lequel on l'a amené au point du lâcher.

» Le sixième sens ne combine donc pas son action avec celle des cinq autres ; il entre en action quand ceux-ci sont muets et cesse généralement de fonctionner quand l'animal est en terrain connu. Le pigeon guidé par la vue se dirige sur son but par le chemin le plus court ; le sixième sens, au contraire, le lie pour le retour au chemin plus ou moins sinueux qui a été suivi à l'aller. Nous avons déduit, d'une quantité d'observations du même genre, la loi qui régit la circulation des animaux sur un terrain inconnu :

» *L'instinct d'orientation lointaine est cette faculté que possèdent les animaux de reprendre le contrepied d'un chemin déjà parcouru.*

» Tandis que les cinq sens, actionnés par des impressions émanées du terrain lui-même, sont des *organes subjectifs*, le sixième sens, qui donne à l'animal une notion de sa position par rapport au point de départ, tout indépendante des impressions du dehors, est un *organe subjectif*.

» Nous allons citer des expériences intéressantes, tentées récemment pour la première fois, qui sont la stricte application de notre théorie.

» II. S'il est vrai que la connaissance locale ne soit pas absolument indispensable pour assurer le retour au gîte, et que le sens de l'orientation lointaine suffise à la rigueur pour guider l'animal dans toutes les circonstances, on admettra qu'il soit possible de rendre mobile un colombier et d'en former les habitants à la vie nomade.

» Supposons qu'on ait transplanté de toutes pièces un colombier dans un nouveau milieu, sans apporter la moindre perturbation à l'existence de ses habitants. Ceux-ci, mis en liberté dès l'arrivée, s'éloigneront peut-être, mais la loi du contrepied assurera leur retour.

» Nous avons pu réaliser l'idée d'un colombier mobile. Des voitures aménagées en colombier voyagent dans toute la France; les pigeons élevés dans cette habitation nomade ne connaissent pas d'autre gîte. Quand le colombier arrive dans une nouvelle localité, les pigeons sont laissés libres et, parfois, au bout d'une heure ou deux, on les emporte au loin pour les lâcher, et ils peuvent rentrer. Un semblable retour ne saurait être attribué à la connaissance locale, très sommaire, acquise dans ces conditions. Le pigeon est donc guidé pour le retour par le sixième sens : reprenant, dès le lâcher, le contrepied du chemin par lequel on l'a amené, il rentre au colombier. Quelquefois, il passe comme hypnotisé au-dessus de sa demeure, *sans la voir*, et continue de la sorte jusqu'au gîte d'étape occupé la veille. Nous pouvons citer, à ce sujet, un fait curieux.

» Pendant le stationnement du colombier au château de Morchies, lors des manœuvres d'armée de 1897, deux pigeons s'égarent; on les retrouve à Bapaume, gîte d'étape précédent du colombier. L'un d'eux est repris, l'autre s'échappe. Son passage nous est successivement signalé à Saulty, Lillers et Houdain : il a repris jusqu'à cette dernière localité le contrepied de l'itinéraire suivi par les voitures. De Houdain il se rend à Evreux, recommençant, en sens inverse, le parcours effectué quelques jours avant en chemin de fer. A Évreux, nous réussissons à le faire capturer.

» Cet itinéraire, reconstitué en quelque sorte pas à pas, n'est-il pas la confirmation de notre loi du contrepied?

» Un autre exemple, emprunté au *Journal du Colombier mobile*, va nous démontrer que le sixième sens est bien un organe subjectif.

» Une voiture-colombier stationne pendant vingt-quatre heures à Épernay. Ses habitants ne sont pas mis en liberté, tandis que les pigeons des voitures voisines sont laissés libres pendant deux heures, puis emportés au loin pour être lâchés.

» Le lendemain, nos voitures sont toutes dirigées sur Châlons, à l'exception de celle dont les pigeons n'ont pas volé à Épernay. Ceux-ci sont répartis entre les autres voitures, qui sont du reste absolument identiques, comme modèle, à la première. A Châlons, les colombiers sont ouverts et les pigeons sont laissés libres. Quelques-uns de ceux qui ont effectué le parcours d'Épernay à Châlons, dans une voiture étrangère, partent pour Épernay et y retrouvent leur habitation roulante.

» Comment ont-ils reconstitué en sens inverse le parcours de Châlons à Épernay et retrouvé leur voiture, sur un emplacement dont ils ne connaissaient même pas les abords?

» De semblables faits sont inexplicables si l'on s'en rapporte aux théories qui ont eu cours jusqu'ici et qui, toutes, ont plus ou moins attribué l'acte d'orientation à la connaissance locale acquise par une longue observation, ou encore à la notion des courants magnétiques locaux. On a peut-être, à tort, envisagé dans l'orientation un seul fait : le retour à un gîte unique. L'expérience du colombier mobile prouve que le sixième sens permet à l'animal de retrouver un gîte temporaire, présentant pour lui un intérêt momentané. Il ne se préoccupe que d'une chose : regagner la voiture dans laquelle il trouvera ses habitudes, sa femelle, ses petits. Le milieu dans lequel sa voiture est transplantée lui est indifférent.

» L'orientation basée sur l'observation et la mémoire serait presque une manifestation intellectuelle. Or, les animaux qui sont doués de l'instinct le plus développé à cet égard ne sont pas les plus intelligents, mais ceux qui ont les plus grandes facultés de locomotion. L'orientation paraît donc être un acte purement matériel, mettant simplement en jeu un organe très perfectionné. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'appareil générateur des leucocytes dans le péritoine.* Note de M. **J.-J. Andeer.** (Extrait.)

« Comme la genèse des microcytes, uniques formes primaires des normoblastes et cytes, se règle proportionnellement à la dépense et à la consommation modale normale d'un, de plusieurs ou de la totalité des organes du corps de l'animal sain, il en est de même pendant ou après leurs maladies, pour régénérer ou réparer les tissus usés, lésés ou détruits. Cette restitution se produit de la façon la plus démonstrative après des anémies aiguës par des pertes de sang de toute espèce, aussi bien après de simples accidents qu'après des accidents pathologiques, tels que hématémèses, métrorragies, accouchements, avortements anormaux et autres hémor-

ragies compliquées. Il en est de même après des hémophilies d'autres organes de prédilection pour cette affection ou diathèse morbide du nez, des gencives, etc., et après des opérations chirurgicales dans le cas où l'anémie artificielle (d'Esmarch) pour empêcher l'hémorragie est inapplicable.

» Non seulement après des anémies aiguës et après des hémorragies abondantes et brusques, mais aussi après des maladies infectieuses aiguës telles que la dysenterie, le typhus, etc., etc., la régénération du sang figuré se fait quelquefois avec une vitesse surprenante, si l'appareil générateur des leucocytes et de la leucocytose possède encore sa parfaite intégrité fonctionnelle et son activité à l'endroit où se fait l'hématogenèse du sang figuré, au péritoine leucocytogène. Mais si cet appareil est au contraire dérangé dans ses fonctions physiologiques, si sa force génératrice et plastique est affaiblie, alors l'hématogénie et l'hématose successive se feront lentement, même dans le cas le plus favorable, et l'anémie ralentira la convalescence. Si enfin ce générateur plastogène du péritoine est lui-même envahi ou détruit par le microparasitisme ou ses toxines variées, le malade le mieux nourri et le plus rationnellement soigné succombera comme victime microbienne....

» L'anémie pernicieuse aiguë, déjà connue depuis des années symptomatiquement, mais dont la source et la genèse étaient jusqu'à présent énigmatiques, peut être locale, c'est-à-dire avoir son origine et son siège dans l'appareil générateur leucocytaire lui-même; ou bien dérivative, secondaire, propagée par les vaisseaux lymphatiques et ostioles d'un autre organe plus éloigné, à travers le péritoine (chemin leucocytifère et carrefour inverse), ou par des infections microparasitaires ou toxiniques d'autres parties du péritoine, comme d'un autre segment de l'intestin, de l'estomac, du rectum. Dans d'autres cas, l'invasion de la maladie chronique se change tout d'un coup, d'une manière foudroyante, en maladie aiguë.... »

M. Delauney adresse une « Note définitive sur les lois des distances planétaires ».

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note intitulée : « Les dépressions atmosphériques en octobre 1897, la période solaire et les passages des essaims périodiques d'étoiles filantes ».

M. **A. Potu** adresse une Note sur l'Électricité naturelle.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 décembre 1897.

Cours de Géométrie de la Faculté des Sciences. Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes, par Gaston Darboux, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences et Professeur de Géométrie supérieure à l'Université de Paris. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 10. Octobre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Les Troupes coloniales. Maladies du soldat aux pays chauds, par F. Burot et M.-A. Legrand. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1897; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

Observations pluviométriques et thermométriques faites, dans le département de la Gironde, de juin 1896 *à mai* 1897. Note de M. G. Rayet, Président de la Commission météorologique départementale. Bordeaux, Gounouilhou, 1897; 1 vol. in-8°.

Les Poissons actuels et fossiles, par M. Lavocat, de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Toulouse, Douladoure-Privat, 1897; 1 broch. in-8°.

Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Année 1896-1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 21 décembre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Actes de la Société scientifique du Chili. Septième année. Tome VII (1897). 2e et 3e livraison. Santiago, Cervantes; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. Ve Série. Tome VII. N° 2. Septembre 1897. Saint-Pétersbourg, 1 vol. grand in-8°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, publicados de orden de la superioridad por el Director Don Juan Viniegra. Seccion 2a : *Observaciones meteorologicas y magneticas año* 1895. *Apendice a las observaciones magneticas de años anteriores.* San Fernando, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXXIV, séance du 25 janvier 1897.)

Note de M. *A. de Gramont*, Sur les spectres des métalloïdes dans les sels fondus; silicium :

Page 192, première ligne du Tableau des longueurs d'onde des raies, *au lieu de* α 696,97, *lisez* α 636,97.

(Tome CXXV, séance du 20 décembre 1897.)

Note de M. *A. Chauveau*, Comparaison du pouvoir thermogène, etc. :

Page 1070, ligne 2 du titre, *au lieu de* éléments, *lisez* aliments.

Note de M. *A. Leduc*, Sur les transformations isothermes, etc. :

Page 1090, formule (6), *au lieu de* $t - \frac{p}{\varphi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial p}$, *lisez* $1 - \frac{p}{\varphi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial p}$.

Page 1091, deuxième ligne du texte, *ajoutez* en supposant z, u et γ constants dans l'intervalle considéré.

Même page, formule (11), *au lieu de* 10^{-4}, *lisez* 10^{4}.

FIN DU TOME CENT VINGT-CINQUIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1897.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

R

S

T

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
24849 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.